



SKIRPSI - ME 141501

**Analisa Pengaruh Penerapan *Bulbous Bow*
Terhadap Pemakaian Bahan Bakar pada
Kapal *Trawler Vessel* di Perairan Laut
Arafura**

**Oleh :
PERLAMBAK KASIH DJATMIKO
NRP 4213105005**

Dosen Pembimbing :

Ir Tony Bambang M.,PGD
Ir Amiadji M.Sc

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**



SKIRPSI - ME 141501

**Analisa Pengaruh Penerapan *Bulbous Bow* Terhadap
Pemakaian Bahan Bakar pada Kapal *Trawler Vessel*
di Perairan Laut Arafura**

Oleh :

**PERLAMBANG KASIH DJATMIKO
NRP 4213105005**

Dosen Pembimbing :

Ir Tony Bambang M.,PGD
Ir Amiadji M.Sc

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**



SKRIPSI - ME 141501

**Analysis of Bulbous bow Application Effect Against
Fuel Consumption at Trawler Vessel in Arafura Sea**

**By :
PERLAMBAK KASIH DJATMIKO
NRP 4213105005**

Supervisor :

Ir Tony Bambang M.,PGD
Ir Amiadji M.Sc

**DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**Analisa Pengaruh Penerapan *Bulbous Bow* Terhadap
Pemakaian Bahan Bakar pada Kapal *Trawler Vessel* di
Perairan Laut Arafura**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada**

**Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**


**Oleh
Perlambang Kasih Djatmiko
NRP. 4213105005**

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Skripsi

Ir Tony Bambang M.,PGD

(..........)

Ir Amiadji M.Sc

(..........)

LEMBAR PENGESAHAN

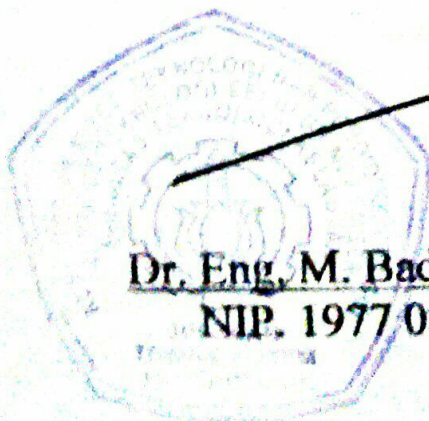
**Analisa Pengaruh Penerapan *Bulbous Bow* Terhadap
Pemakaian Bahan Bakar pada Kapal *Trawler Vessel* di
Perairan Laut Arafura**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada**

**Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

**Oleh
Perlambang Kasih Djatmiko
NRP. 4213105005**

Disetujui Oleh Ketua Jurusan



**Dr. Eng. M. Badruz Zaman, S.T., M.T
NIP. 1977 0802 2008 01 1007**

**Analisa Pengaruh Penerapan *Bulbous Bow* Terhadap
Pemakaian Bahan Bakar pada Kapal *Trawler Vessel* di
Perairan Laut Arafura**

Nama Mahasiswa : Perlambang Kasih Djatmiko
NRP : 4213105005
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir Tony Bambang M.,PGD
Ir Amiadji Msc

ABSTRAK

Laut Arafura memiliki potensi produksi lestari lebih kurang 770.000 ton ikan per tahun. Kini di perairan itu beroperasi 776 kapal berbendera Indonesia dan 592 kapal berbendera asing dengan total produksi lebih dari 990.000 ton ikan . Namun kondisi ombak di Laut Arafura yang terkadang kurang bersahabat mengakibatkan kapal penangkap ikan sulit melakukan manuver di perairan Laut Arafura. Saat ini telah dilakukan berbagai penelitian dalam bidang desain kapal yang bertujuan untuk meningkatkan hasil yang optimum. Salah satunya adalah dalam hal tahanan dan konsumsi pemakaian bahan bakar. Dalam penelitian ini peneliti ingin mengetahui pengaruh modifikasi terhadap lambung kapal dengan menambahkan *bulbous bow* untuk meningkatkan manuver terhadap mempengaruhi tahanan kapal serta konsumsi bahan bakar kapal. Dalam proses pengerjaan peneliti menguji model kapal non *bulbous bow* serta kapal yang menggunakan

bulbousbow model O, Segitiga dan V menggunakan *software numeca*.

Hasil pengerjaan skripsi ini di dapatkan perbandingan tahanan kapal dan jumlah konsumsi bahan bakarnya.

Kata kunci : Laut Arafura, Trawler Vessel, Tahanan kapal, konsumsi bahan bakar, *Numeca* , *Bulbous bow*

Analysis of Bulbous bow Application Effect Against Fuel Consumption at Trawler Vessel in Arafura Sea

Name : Perlambang Kasih Djatmiko
NRP : 4213105005
Departement : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisor : Ir Tony Bambang M.,PGD
Ir Amiadji Msc

ABSTRACT

Arafura has the potential for the sustainable production of approximately 770,000 tons of fish per year. Now at the sea operates 776 Indonesian flagged vessels and 592 foreign flagged vessels with a total production of more than 990,000 tons of fish. However, Arafura Sea wave conditions are sometimes less friendly lead fishing boat difficult to maneuver in the waters of the Arafura Sea. Much already various researches in the field of ship design to enhance the optimum results. One of them is in resistance and fuel consumption. In this study, researchers wanted to determine the effect of hull modifications with bulbous bow added to improve the maneuverability of the ship which affect resistance and fuel consumption of ships. In the process we trial the non bulbous bow of ship models and ships using the model bulbousbow O, Triangle and V using numeca software.

The results of this thesis will get the ship resistance and get the ratio of fuel consumption.

Keywords: Arafura Sea ,Trawler Vessel, ship resistance , fuel consumption, Numeca, bulbous bow

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR FORMULA NOTASI.....	xxvii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 2
1.1 Ikhtiar Tugas Akhir.....	2
1.2 Tempat Pelaksanaan.....	2
1.3 Latar Belakang Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Tujuan.....	5
1.7 Manfaat.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Laut Arafura.....	7
2.2.1 Kondisi Alam.....	8
2.2.2 Sumber Daya.....	9
2.3 <i>Trawler Vessel</i> (Kapal Ikan).....	10
2.4 <i>Bulbous Bow</i>	14
2.5 Tahanan Kapal.....	19
2.5.1 Tahanan Gesek.....	20
2.5.2 Tahanan Tekanan.....	21
2.5.3 Tahanan Gelombang.....	21
2.5.4 Tahanan Udara.....	22
2.6 <i>Main Engine</i> Kapal.....	23

2.7 Sistem Bahan Bakar Kapal.....	28
BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN.....	31
3.1 Metode Studi Literatur	31
3.2 Design Model	31
3.3 Penambahan Design Bulbous Bow	33
3.4 Perhitungan Tahanan Kapal	33
3.5 Pemilihan Main Engine	33
3.6 Perhitungan Penggunaan Bahan Bakar	34
3.7 Perbandingan Pemakaian Penggunaan Bahan Bakar	34
3.8 Diagram Alur Penelitian.....	35
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	37
4.1 Kapal tanpa Variasi <i>Bulbous Bow</i>	37
4.1.1 Pembuatan Model Kapal	37
4.1.2 Perhitungan Tahanan Total Kapal	38
4.1.3 Pemilihan <i>Main Engine</i>	42
4.1.4 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar	45
4.2 Kapal dengan Variasi <i>Bulbous Bow</i> Bentuk Segitiga.....	47
4.2.1 Perhitungan <i>Bulbous Bow</i>	47
4.2.2 Perhitungan Total Tahanan Kapal	59
4.2.3 Pemilihan Main Engine	63
4.2.4 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar	66
4.3 Kapal dengan variasi <i>Bulbousbow</i> bentuk O	68
4.3.1 Perhitungan <i>Bulbous Bow</i>	68
4.3.2 Perhitungan Total Tahanan Kapal	73
4.3.3 Pemilihan <i>Main Engine</i>	77
4.3.4 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar	80
4.4 Kapal dengan variasi <i>Bulbousbow</i> bentuk V	82
4.4.1 Perhitungan <i>Bulbous Bow</i>	82
4.4.2 Perhitungan Total Tahanan Kapal	88
4.4.3 Pemilihan <i>Main Engine</i>	92
4.4.4 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar	97
4.5 Pengolahan dan Perbandingan Data	97

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1 Kesimpulan.....	103
5.2 Saran.....	103
LAMPIRAN.....	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Kondisi Laut Arafura.....	9
Tabel 3.1 Ukuran Utama Kapal.....	32
Tabel 4.1 Hasil perhitungan tahanan model kapal ikan tanpa <i>bulbous bow</i>	41
Tabel 4.2 Spesifikasi <i>Main Engine</i>	45
Tabel 4.3 Perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya <i>main engine</i>	47
Tabel 4.4 Tabel Cbb	49
Tabel 4.5 Tabel ukuran <i>bow</i> Segitiga Setiap section.....	57
Tabel 4.6 Hasil perhitungan tahanan model kapal ikan <i>bulbous</i> <i>bow</i> segitiga.....	62
Tabel 4.7 Spesifikasi <i>Main Engine</i>	66
Tabel 4.8 Perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya <i>main engine</i>	67
Tabel 4.9 Tabel ukuran <i>bow</i> O tiap section.....	71
Tabel 4.10 Hasil perhitungan tahanan model kapal ikan <i>bulbous</i> <i>bow</i> O	76
Tabel 4.11 Spesifikasi <i>Main Engine</i>	80
Tabel 4.12 Perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya <i>main engine</i>	81
Tabel 4.13 Tabel ukuran <i>bow</i> V tiap section.....	85

Tabel 4 .14 Hasil perhitungan tahanan model kapal ikan <i>bulbous bow V</i>	91
Tabel 4 .15 Spesifikasi <i>Main Engine</i>	95
Tabel 4.16 Perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya <i>main engine</i>	96
Tabel 4.17 Perbandingan tahanan kapal	97
Tabel 4.18 Perbandingan spesifikasi mesin.....	99
Tabel 4.19 Perbandingan kebutuhan bahan bakar kapal	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Distribusi Tipe Pasang Surut di Indonesia Laut Arafura sebagai Domain Kajian adalah dalam Kotak Merah.....	8
Gambar 2.2	Kapal Ikan (<i>trawler vessel</i>).....	14
Gambar 2.3.	Perubahan aliran pada Hukum Bernoulli	16
Gambar 2.4.	Perubahan aliran gelombang akibat penggunaan	16
Gambar 2.5	Bulbous Bow bentuk titik air terbalik	17
Gambar 2.6	Bulbous bow bentuk titik air bergantung	18
Gambar 2.7.	Bulbous bow bentuk elips	18
Gambar 2.8	Tahanan Kapal	19
Gambar 2.9	Frictional Resistance	21
Gambar 2.10	Tahanan tambahan di gelombang (added resistance in wave).....	22
Gambar 2.11	Contoh Main Engine	28
Gambar 3.1	<i>Trawler Vessel</i> yang Akan di Rancang	32
Gambar 3.2	Diagram alur penelitian.....	35
Gambar 4 .1	Model kapal ikan tanpa <i>bulbous bow</i>	37
Gambar 4 .2	Model kapal ikan tanpa <i>bulbous bow</i> pada <i>Solidworks</i>	38
Gambar 4.3	Hasil simulasi aliran air pada kapal tanpa <i>Bulbous bow</i>	39

Gambar 4.4	Grafik tahanan kapal pada kecepatan 4.5 Knot.....	39
Gambar 4.5	Grafik tahanan kapal pada kecepatan 9 Knot.....	40
Gambar 4.6	Grafik tahanan kapal pada kecepatan 13,5 Knot....	40
Gambar 4.7	Grafik tahanan kapal pada kecepatan 18 Knot.....	41
Gambar 4.8	Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya <i>main engine</i>	47
Gambar 4.9	Hasil Perhitungan Bulbousbow 2D	55
Gambar 4.10	Hasil Perhitungan Bulbousbow 3D	56
Gambar 4.11	Model Kapal dengan <i>Bulbous bow</i> segitiga	58
Gambar 4.12	Model kapal ikan <i>bulbous bow</i> segitga	59
Gambar 4.13	Hasil simulasi aliran air model kapal ikan dengan <i>bulbous bow</i> segitiga	60
Gambar 4.14	Grafik tahanan kapal pada kecepatan 4.5 Knot	60
Gambar 4.15	Grafik tahanan kapal pada kecepatan 9 Knot	61
Gambar 4.16	Grafik tahanan kapal pada kecepatan 13,5 Knot ..	61
Gambar 4.17	Grafik tahanan kapal pada kecepatan 18 Knot	62
Gambar 4.18	Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya <i>main engine</i>	68
Gambar 4.19	Hasil Perhitungan Bulbousbow 2D	69
Gambar 4.20	Hasil Perhitungan Bulbousbow 3D	70
Gambar 4.21	Model Kapal dengan <i>Bulbous bow</i> O	72
Gambar 4.22	Model kapal ikan <i>bulbous bow</i> O	73

Gambar 4.23 Hasil simulasi aliran air model kapal ikan dengan <i>bulbous bow O</i>	74
Gambar 4.24 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 4.5 Knot	74
Gambar 4.25 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 9 Knot	75
Gambar 4.26 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 13,5 Knot ...	75
Gambar 4.27 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 18 Knot	76
Gambar 4.28 Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya <i>main engine</i>	82
Gambar 4.29 Hasil Perhitungan Bulbousbow 2D	84
Gambar 4.30 Hasil Perhitungan Bulbousbow 3D	85
Gambar 4.31 Model Kapal dengan <i>Bulbous bow V</i>	87
Gambar 4.32 Model kapal ikan <i>bulbous bow V</i>	88
Gambar 4.33 Hasil simulasi aliran air model kapal ikan dengan <i>bulbous bow V</i>	89
Gambar 4.34 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 4,5 Knot	89
Gambar 4.35 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 9 Knot	90
Gambar 4.36 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 13,5 Knot ...	90
Gambar 4.37 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 18 Knot...	91
Gambar 4.38 Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya <i>main engine</i>	97
Gambar 4.39 Grafik perbandingan tahanan kapal.....	98
Gambar 4.40 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar kapal	100

DAFTAR FORMULA NOTASI

2.1 Perhitungan kebutuhan bahan bakar.....	29
4.1 Menghitung daya efektif kapal.....	42
4.2 Menghitung Daya Tabung Pada Poros Buritan	43
4.3 Menghitung Daya Poros Baling Baling.....	44
4.4 Menghitung Daya yang Diperlukan	44
4.5 Menghitung Daya yang Diperlukan	44
4.6 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar	45
4.7 Menghitung <i>Breadth of Bulbous bow</i> (BB).....	50
4.8 Menghitung <i>Length Coefficient</i>	50
4.9 Menghitung Panjang <i>Bulbous bow</i>	51
4.10 Menentukan Tinggi <i>Bulbousbow</i>	52
4.11 Mencari Angka Froude (F_n).....	52
4.12 Mencari <i>Cross Section Coefficient</i> (C_{abt}).....	53
4.13 Mencari <i>Coefficient midship</i> (C_m) dan luasan <i>midship</i> (A_m).....	53
4.14 Mencari <i>Coefficient midship</i> (C_m) dan luasan <i>midship</i> (A_m).....	54
4.15 Mencari Luasan Penampang <i>Bulbousbow</i> (A_{bt})	54
4.16 Menghitung daya efektif kapal.....	63
4.17 Menghitung Daya Tabung Pada Poros Buritan	64
4.18 Menghitung Daya Poros Baling Baling.....	65

4.19 Menghitung Daya yang Diperlukan	65
4.20 Menghitung Daya yang Diperlukan	65
4.21 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar	66
4.22 Menentukan Tinggi <i>Bulbousbow</i>	69
4.23 Menghitung daya efektif kapal.....	77
4.24 Menghitung Daya Tabung Pada Poros Buritan	78
4.25 Menghitung Daya Poros Baling Baling.....	79
4.26 Menghitung Daya yang Diperlukan	79
4.27 Menghitung Daya yang Diperlukan	79
4.28 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar	80
4.29 Menentukan Tinggi <i>Bulbousbow</i>	83
4.30 Menghitung daya efektif kapal.....	92
4.31 Menghitung Daya Tabung Pada Poros Buritan	93
4.32 Menghitung Daya Poros Baling Baling.....	94
4.33 Menghitung Daya yang Diperlukan	94
4.34 Menghitung Daya yang Diperlukan	94
4.35 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar	95

“HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas di ketahui bahwa penggunaan *bulbousbow* dapat mengurangi tahanan kapal yang dapat mempengaruhi dalam menentukan kebutuhan power dalam pemilihan mesin utama kapal, dimana semakin kecil power yang di butuhkan maka akan semakin kecil juga nilai dari kebutuhan bahan bakar. Selain itu hal lain yang mempengaruhi jumlah kebutuhan bahan bakar adalah konsumsi bahan bakar yang berbeda tiap mesinnya. Dalam hal ini kapal *bulbousbow* model V memiliki tahanan serta kebutuhan bahan bakar yang lebih kecil.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian terdapat beberapa kekurangan dalam penyusunan tugas akhir penulis menyarankan beberapa hal berikut:

1. Perlunya beberapa model *bulbousbow* lagi untuk mengetahui lebih banyak lagi pengaruh dari beberapa variasi *bulbousbow*.
2. Diperlukan meshing model yang lebih detail untuk menghasilkan hasil yang lebih detail.
3. Ditambahkan parameter variasi ketinggian ombak hingga ketinggian maksimal sesuai dengan kondisi perairan

“HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN”

TINJAUAN PUSTAKA

- [1] Pukat Harimau di Laut Arafuru - Moluccas International Campaign for Human Rights.html
- [2] Anonimous,2013. Karakteristik Sumber Daya Laut Arafura dan Pesisir Barat Daya Papua, Kementerian Kelautan dan Perikanan-Jakarta
- [3] http://maritim.bmkg.go.id/index.php/main/pr_a_wil_pel_det/12
- [4] http://id.wikipedia.org/wiki/Kapal_penangkap_ikan
- [5] http://id.wikipedia.org/wiki/Bulbous_bow
- [6]Harnita,2011STUDI PENGARUH BENTUK BULBOUS BOW TERHADAP TAHANAN KAPAL LAYAR MOTOR TRADISIONAL MELALUI UJI MODEL, Universitas Hasanudin, Makasar
- [7] Ventura, Manuel. Bulbosbow Design and Contruction Pdf
- [8] Adi,P dan Amiadji. 2013. Analisa Penerapan Bulbosbow pada Kapal Katamaran untuk Meningkatkan Efisiensi Bahan Bakar, JTSP-FTK-ITS
- [9] Djatmiko,P.K., 2014. Laporan Tugas Design 2, JTSP-FTK-ITS
- [10] http://id.wikipedia.org/wiki/mesin_kapal
- [11] anton rivai HITUNG PEMAKAIAN BBM.html
- [12] Djatmiko,P.K., 2013. Laporan Tugas Design 1, JTSP-FTK-ITS

“HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN”

BIODATA PENULIS



Penulis, Perlambang Kasih Djatmiko lahir di Surabaya pada tanggal 8 Agustus 1992. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDK Santa Clara, SMPDapena 1 dan SMAN 20, Surabaya. Kemudian melanjutkan ke Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, jurusan Bangunan Kapal.

Pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) di jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan terdaftar dengan NRP. 4213 105 005. Di jurusan Teknik Sistem Perkapalan penulis mengambil bidang studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD). Keinginan untuk mengamalkan ilmu yang didapat selama kuliah, mendorong penulis untuk mengambil topik tugas akhir “Analisa Pengaruh Penerapan *Bulbous Bow* Terhadap Pemakaian Bahan Bakar pada Kapal *Trawler Vessel* di Perairan Laut Arafura ”. Penulis memiliki harapan agar ilmu yang telah didapatkan dapat diamalkan untuk keluarga, lingkungan, bangsa dan Negara. Penulis dapat dihubungi melalui *email* dengan alamat dj_atmiko@hotmail.com

“HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Ikhtiar Tugas Akhir

Penelitian ini di tujukan untuk menemukan design kapal jenis *Trawler Vessel* yang mampu beroperasi dengan efisien dan mempunyai hasil tangkap yang maksimal di Perairan Arafura. Penelitian dilakukan dengan menambahkan *bulbos bow* pada bagian haluan kapal. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan manuver kapal. Namun, hal ini tentu akan berpengaruh pada penggunaan bahan bakar. Maka dari itu peneliti akan menggunakan variasi tiga model *bulbos bow* (tipe segitiga, O dan V) untuk diteliti dengan menggunakan program *Fine Marine* , yang kemudian akan di ketahui hasil tahanan serta penggunaan bahan bakar secara langsung.

1.2 Tempat Pelaksanaan

Laboratorium Marine and Manufacturing Design
(MMD)

1.3 Latar Belakang

Laut Arafura memiliki potensi produksi lestari lebih kurang 770.000 ton ikan per tahun. Kini di perairan itu beroperasi 776 kapal berbendera Indonesia dan 592 kapal berbendera asing dengan total produksi lebih dari 990.000 ton ikan [1]. Namun kondisi ombak di Laut Arafura yang terkadang kurang bersahabat mengakibatkan kapal penangkap ikan sulit melakukan manuver di perairan Laut Arafura. Saat ini telah dilakukan berbagai penelitian dalam bidang desain kapal yang bertujuan untuk meningkatkan hasil yang optimum. Salah satunya adalah dalam hal tahanan dan konsumsi pemakaian bahan bakar.

Dalam perencanaan desain kapal, tahanan akibat gelombang adalah salah satu komponen penting pada tahanan kapal. Pada umumnya, a rasio kerampingan lambung kapal yang besar dibutuhkan untuk mengurangi tahanan akibat gelombang.

Jenis Kapal yang umumnya sering dijumpai adalah kapal yang mempunyai lambung tunggal atau monohull. Pada kapal monohull, untuk mencapai kecepatan yang tinggi dengan efisiensi bahan bakar yang baik maka lambung kapal dibuat seramping mungkin untuk mengurangi tahanan gelombang. Namun, kekurangan dari

ini adalah mengurangi stabilitas kapal. Oleh karena itu, diperlukan penambahan *bulbous bow* sebagai pengurang tahanan pada kapal sekaligus pemecah ombak agar kapal dapat bermanuver lebih baik serta berfungsi sebagai stabilitas kapal. Namun hal ini jelas akan mempengaruhi penggunaan bahan bakar pada kapal ikan.

Oleh karena itu, Tugas Akhir ini mengambil judul **Analisa Pengaruh Penerapan *Bulbous Bow* Terhadap Pemakaian Bahan Bakar pada Kapal *Trawler Vessel* di Perairan Laut Arafura**

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, peneliti ingin mencari tahu apakah dengan adanya penambahan *bulbous bow* dapat membawa dampak kepada tahanan serta kebutuhan bahan bakar kapal.

1.5 Batasan Masalah

Pengolahan data dalam Tugas Akhir ini memfokuskan pada pengujian tahanan dengan software terhadap 4 model kapal, tanpa *bulbous bow*, *bulbous bow* tipe V, segitiga dan O pada kapal *Trawler Vessel* dengan LPP 102,7 m, Lebar 16 m dan sarat 6,8 m dan tinggi gelombang 1,5 m. Sehingga didapatkan tahanan kapal

serta *main engine* yang sesuai serta jumlah konsumsi bahan bakar

1.6 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui pengaruh modifikasi penambahan *bulbous bow* terhadap tahanan dan pemakaian bahan bakar pada kapal .

1.7 Manfaat

Manfaat dari skripsi ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Diharapkan hasil penelitian yang dilakukan setidaknya mampu memberikan sumbangsih bagi dunia kemaritiman

2. Manfaat Praktis

Mampu memberikan masukan terhadap pembuatan kapal ikan agar dapat mengoptimalkan hasil tangkapan di daerah Perairan Arafura.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mansyur Hazbullah dari Universitas Hasanudin Makasar, yang meneliti tentang Studi Korelasi Tahanan Total (R_t) dan Effect Sudut Penyimpangan Kapal Ikan FRP yang *Bulbous bow* di Tangki Hidrodinamik memberikan hasil bahwa penggunaan *Bulbous Bow* pada bentuk variasi tertentu akan menambah tahanan gesek (R_f) kapal. Walaupun begitu tahanan ombak (R_w) akan menurun dan menyebabkan tahanan total (R_t) kapal akan berkurang pada beberapa variasi kecepatan. Namun penelitian ini memberikan hasil yang belum tepat terhadap perbandingan antara besaran daya motor kapal dengan massa volume (GRT). Oleh karena itu, masih memerlukan kaji ulang (*reinvestigated*) pada kapal ikan yang sama terutama bagaimana mengurangi dampak Tahanan total (RT) yang berimplikasi terhadap Daya motor penggeraknya. Penelitian ini juga belum mencangkupi dampak terhadap pemakaian bahan bakar kapal. Oleh karena itu penelitian ini mengukur dampak *bulbous bow* terhadap tahanan kapal serta pemakaian bahan bakar, dimana kapal ikan ini akan beroperasi di Laut Arafura yang memiliki potensi ikan yang sangat berlimpah

tetapi kurang maksimal karena gelombang laut di sana yang cukup besar sehingga memerlukan *bulbous bow* untuk mudah bermanuver dalam kondisi ombak ganas.

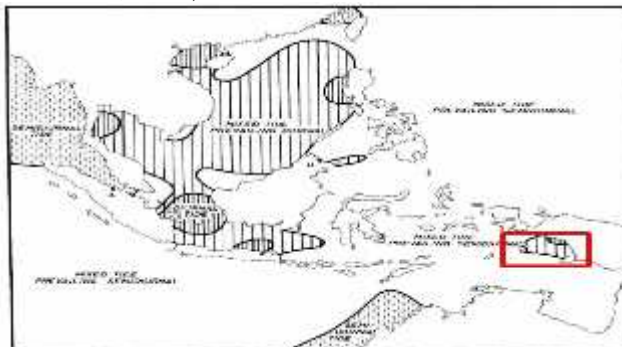
2.2 Laut Arafura

Terletak di bagian timur Indonesia, laut ini merupakan bagian laut yang sangat dinamis dengan kedalaman sekitar 50 sampai 80 meter dan merupakan laut yang sangat berpotensi dengan sumber daya ikannya.

Pengaruh ekologi perairan yang mendukung potensi besar jenis ikan demersal dan jenis udang. Secara umum terdapat dua bentuk sirkulasi arus laut di Laut Arafura ini yaitu sistem mosun dan pengaruh pasang surut besar (Arlindo), yaitu massa air dari Samudera Passifik ke Samudera Hindia yang melewati laut Indonesia secara musiman menyebabkan temperature di permukaan laut dan interaksinya dengan angin muson dipengaruhi interaksi laut dan atmosfer sehingga terjadinya *tropical cyclones* dan jugs mempengaruhi pola hujan daerah sekitar. Beberapa daerah dekat pantai dengan masukan air laut banda yang mendorong pembentukan lapisan massa air bersalinitas relative tinggi pada kedalaman mulai 15 meter, selain itu perubahan salinitas di laut ini juga di pengaruhi oleh pola hujan dan beberapa pengaruh aliran sungai [2].

2.2.1 Kondisi Alam

Secara umum, Laut Arafura mempunyai tipe pasang surut tunggal , dimana dalam satu hari terjadi pola satu kondisi air pasang dan satu kali surut, sementara ketika mendekati pesisir barat daya Papua maka tipe pasang surut berevolusi menjadi bertipe campuran (Pranowo & Wirasantosa, 2011).



Gambar 2.1.

Distribusi tipe pasang surut di Indonesia Laut Arafura sebagai domain kajian adalah dalam kotak merah.

Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Kapal_penangkap_ikan

Pada umumnya kecepatan angin di wilayah laut ini berkisar antara 10-25 knot dan bergerak dari timur laut

hingga tenggara [3]. Dengan tinggi maksimum gelombang 2,0-5,0 meter seperti tabel di bawah ini :

Tabel 2.1 Data Kondisi Laut Arafura

Sumber:http://maritim.bmkg.go.id/index.php/main/gelombang_rata_mingguan

No.	Posisi	Angka 10 m Rata-Rata (Hm)	Tinggi Signifikan Rata-Rata (meter)	Tinggi Maksimum Rata-Rata (meter)	Persentase Gel. > 5 Meters
1	Pusat Laut Arafura	2 - 3	0,75 - 1,25	1,5 - 3,0	0 - 0 %
2	Pusat Laut Arafura (Rengas Garambura Utara)	2 - 3	0,5 - 1,0	1,0 - 1,5	0 - 0 %
3	Persebaran Samudra Utara	2 - 10	0,5 - 1,5	1,0 - 2,0	0 - 5 %
4	Persebaran Samudra Tenggara Samar Lanying	2 - 12	0,5 - 2,0	2,0 - 2,5	0 - 0 %
5	Sekeloa Sunda	5 - 15	0,5 - 2,0	0,5 - 1,5	0 - 0 %
6	Persebaran Samudra Tenggara Jawa Barat	0 - 15	0,5 - 2,0	1,0 - 2,0	0 - 5 %
7	Persebaran selatan Jawa Tengah	10 - 12	0,75 - 2,0	1,5 - 2,0	0 - 5 %
8	Persebaran selatan Jawa Timur	7 - 12	0,75 - 2,0	1,0 - 2,0	0 - 0 %
9	Persebaran selatan Bali Jawa Timur	5 - 15	0,5 - 2,0	0,5 - 2,0	0 - 0 %
10	Laut Jawa	4 - 14	0,5 - 1,75	1,0 - 2,25	0 - 5 %
11	Laut Jawa	4 - 14	0,75 - 2,0	1,0 - 2,0	0 - 10 %
12	Laut Maluku	2 - 2	0,25 - 0,75	0,5 - 1,0	0 - 5 %
13	Laut Maluku	1 - 10	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	0 - 5 %
14	Laut Sulawesi	4 - 12	0,5 - 1,75	1,0 - 2,25	0 - 5 %
15	Persebaran selatan Kalimantan	7 - 12	0,5 - 2,0	2,0 - 2,5	0 - 10 %
16	Persebaran Kepulauan Sulu	0 - 10	0,0 - 2,0	1,5 - 2,0	0 - 0 %
17	Laut Filipina	0 - 10	0,75 - 2,0	1,5 - 2,0	0 - 5 %
18	Sekeloa Muluwau bagian Selatan	10 - 10	0,75 - 2,0	1,0 - 2,0	0 - 15 %
19	Persebaran selatan Kalimantan	10 - 12	0,5 - 2,0	1,5 - 2,5	0 - 10 %
20	Laut Maluku	4 - 12	0,75 - 1,25	1,0 - 2,0	0 - 5 %
21	Laut Jawa - Laut Jawa	4 - 12	0,5 - 1,75	1,0 - 2,5	0 - 5 %
22	Laut Sulawesi	2 - 10	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	0 - 5 %
23	Laut Arafura	10 - 12	0,5 - 2,5	2,0 - 3,0	0 - 15 %

2.2.2 Sumber Daya

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Balai Riset Perikanan Laut pada tahun 2006, ditemukan 228 spesies yang mewakili 101 famili, yang tergolong dalam 10

kelompok sumber daya. Di antaranya, ikan hiu, ikan pari, ikan pelagis, ikan demersal, cumi-cumi, kepiting, kekerangan, dan beberapa biota invertebrate. Kelompok ikan demersal merupakan hasil tangkapan paling banyak yang mencapai 58,89% , kemudian disusul ikan pelagis 11,36%, kepiting 9,88%, udang 7,80% dan lainnya kurang dari 4%.

Kelompok ikan demersal yang tertangkap terdiri dari 135 spesies yang tergolong dalam 61 famili. Hasil tangkapan tersebut didominasi famili ikan petek (*Leiognathidae*) yang mencapai 19,57%, kemudian famili ikan tiga waja (*Scaidae*) sekitar 11,41% . Sedangkan, tangkapan kelompok ikan krutase terdiri dari udang dan kepiting. Jenis udang yang tertangkap 19 spesies yang mewakili 7 famili dan tangkapan yang tertinggi adalah famili udang Peneidai yang mencapai 86,23%. Pada kelompok sumber daya kepiting, yang ditangkap terdiri dari 11 spesies , yang mencapai 93,35% [2].

2.3 Trawler Vessel / Kapal Penangkap Ikan

Kapal penangkap ikan terdahulu yaitu rakit, kano, dan perahu yang dibuat dari rangka kayu dilapisi kulit hewan atau kulit kayu (McGrail 2001, page 431). Perahu tertua yang pernah ditemukan dalam arkeologi adalah sebuah kano dari Zaman Neolitik sekitar 7000-9000 tahun yang lalu. Kano ini

dibuat dari batang pohon konifer yang dilubangi dengan menggunakan alat batusederhan (China.org.cn. Diakses 2008-05-05). Sebuah perahu yang mampu berlayar di lautan dan terbuat dari anyaman batang rumput dan dilapisi tar ditemukan di Kuwait (Lawler, Andrew (June 7, 2002)). Kapal-kapal terdahulu ini memiliki kemampuan yang terbatas, sekedar untuk mengapung dan bergerak di atas air namun tidak mampu digunakan terlalu jauh dari bibir pantai. Mereka digunakan terutama untuk menangkap ikan dan berburu.

Sekitar tahun 4000 SM, bangsa Mesir kuno membangun perahu panjang yang digerakkan oleh dayung dengan beberapa manusia. Selanjutnya perkembangan perahu begitu cepat dengan ditemukannya layar yang terbuat dari tenunan kapas sehingga kapal mampu melaju lebih cepat bersama dengan angin. Mereka lalu membangun perahu lebih besar untuk menyebrangi lautan dengan dayung dan layar sekaligus. Pada tahun 3000 SM, bangsa Mesir mulai memiliki kemampuan menyusun papan kayu menjadi lambung kapal. Mereka juga menggunakan pengikat dari rumput *Cyperus papyrus* dan rerumputan lainnya untuk menyatukan papan-papan tersebut dan menyumbat lubang yang ada di antara papan kayu (Ward, Cheryl (May/June 2001)). Kapal Khufu dibangun dengan cara ini.

Bangsa belanda lalu membangun kapal pemburu ikan herring yang menjadi cetakan biru bagi pembangunan kapal

penangkap ikan Eropa. Kapal Herring Buss digunakan oleh nelayan Belanda hingga abad ke 19. Kapal jenis ini kemungkinan pertama kali dibangun di Hoorn sekitar tahun 1415 dan terakhir dibuat di Vlaardingen tahun 1841. Kapal ini memiliki panjang 20 meter dan *displacement* antara 60 hingga 100 ton. Kapal ini menggunakan jaring insang untuk menangkap herring. Jaring ditarik di malam hari oleh belasan hingga 30 nelayan lalu digaramkan dan difermentasikan di drum kayu di atas kapal [4].

Pada abad ke 17 perahu dogger dibuat oleh bangsa Inggris yang merupakan kapal pukat dan rawai pertama dan beroperasi di laut utara. Nama dogger diambil dari bahasa Belanda, dogger yang berarti "kapal pukat". Istilah dogger bank digunakan oleh bangsa Belanda untuk menyebut kawasan tempat menangkap ikan dengan pukat. Dogger merupakan kapal yang lambat, namun tangguh dan mampu menangkap ikan di Laut Utara yang memiliki cuaca yang ekstrim. Kapal ini lebar dengan panjang 15 meter, lebar 4.5 meter, draft 1.5 meter, dan displacement 13 ton. Kapal ini mampu mengangkut satu ton umpan, tiga ton garam, setengah ton makanan dan kayu bakar, serta kembali dengan enam ton ikan hasil tangkapan (Fagan 2008)

Dory adalah perahu kecil dengan draft yang dangkal, biasanya hanya sepanjang lima hingga tujuh meter. Dory memiliki pinggir yang relatif tinggi, dasar lambung yang rata, dan haluan yang tajam, serta relatif mudah dibuat karena bentuknya

sederhana. Dory pertama muncul di pemukiman nelayan di New England sekitar awal abad ke 18. Dory merupakan adaptasi dari perahu bateau Prancis yang digunakan di Sungai Saint Lawrence pada tahun 1600an. Wherry merupakan perahu pantai yang menjadi penghubung generasi antara bateau dan dory. Beberapa jenis perahu lainnya yang terdapat di Inggris, Prancis, Italia, dan Belgia juga terlihat mirip dengan dory dan diperkirakan mempengaruhi desain dari dory (Gardner 1987, page 15).

Dory yang didesain untuk ditumpuk satu sama lain dan memudahkan penyimpanan muncul pertama kali pada tahun 1830an. Perahu jenis ini digunakan agar mudah dibawa dalam jumlah banyak ke tengah laut untuk menangkap lebih banyak ikan (Chapelle, page 85).

Di abad ke 19, desain yang lebih efektif untuk kapal pukat layar dikembangkan di pelabuhan penangkapan ikan Inggris, Brixham. Desain ini menyebar hingga ke seluruh dunia dan mempengaruhi perancangan kapal penangkapan ikan di berbagai tempat. Pada tahun 1890an terdapat 300 kapal pukat jenis ini di pelabuhan tersebut. Beberapa kini telah diawetkan .



Gambar 2.2 Kapal Ikan (trawler vessel).
Sumber: *trawler vessel factory*

2.4 Bulbous Bow

Bulbous adalah suatu bentuk konstruksi haluan yang berbentuk bulat telur yang ditempatkan pada linggi haluan bagian depan. Perbandingan model percobaan menunjukkan bahwa sebuah kapal yang dilengkapi dengan Bulbous Bow dapat membutuhkan sedikit daya pendorong dan memiliki ketahanan yang jauh lebih baik karakteristik dari kapal yang sama tanpa menggunakan Bulbous Bow[5].

Bulbous adalah suatu bentuk konstruksi haluan yang berbentuk bulat telur yang ditempatkan pada linggi haluan bagian depan. Perbandingan model percobaan menunjukkan bahwa sebuah kapal yang dilengkapi dengan Bulbous Bow dapat membutuhkan sedikit daya pendorong dan memiliki ketahanan

yang jauh lebih baik karakteristik dari kapal yang sama tanpa menggunakan Bulbous Bow[5].

Bulbous Bows pertama kali diperkenalkan pada tahun 1912 oleh angkatan laut Amerika Serikat, yang diperkenalkan oleh David Taylor. Namun hingga tahun 1950 tidak memperlihatkan perkembangan yang berarti. Bahkan pada batas waktu tersebut tidak pernah dijumpai pemakaiannya pada kapal-kapal barang.

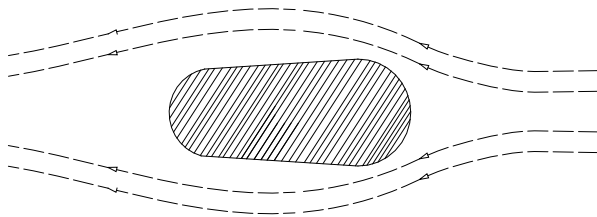
Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh Wigley bahwa Bulbous Bows ini cocok dan memberikan keuntungan bilamana:

- 1) Perbandingan antara kecepatan dan akar panjang berkisar antara 0,80 - 1,90
- 2) Posisi dari bulbous dan proyeksi ujungnya lebih panjang dari garis tegak depan
- 3) Bagian atas dari bulbous bow tidak boleh mendekati permukaan air.

Namun dari penelitian-penelitian lebih lanjut tepatnya pada tahun 1956 yang dikembangkan dari Grena bahwa ternyata untuk kapal yang mempunyai harga froud 0.17 – 0.23 dapat dipakai bulbous bows.

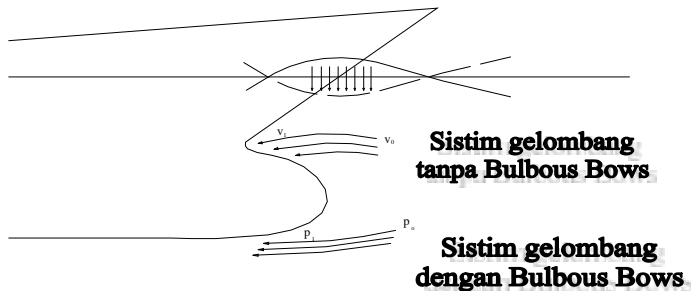
Problem lain yang timbul pada kapal berkecepatan tinggi yang menggunakan bulbous adalah terjadinya kavitasi pada permukaan bulbous bows yang menghasilkan erosi dan kebisingan.

Teori dasar dari sistem penggunaan bulbous bow adalah merupakan aplikasi dari asas Bernoulli. Dari hasil penyelidikannya menunjukkan adanya perubahan kecepatan dan tekanan cairan. Misalnya suatu cairan melewati suatu benda A misalnya, bila cairan mengalir dengan kecepatan V_0 dan tekanan P_0 maka sampai pada batas A – A terjadi pembelokan. Ternyata kecepatan P_1 bertambah besar akibat adanya penyempitan



Gambar 2.3. Perubahan aliran pada Hukum Bernoulli

Sumber: Universitas Makasar, Harnita



Gambar 2.4. Perubahan aliran gelombang akibat penggunaan Bulbous Bow

Sumber: Universitas Makasar, Harnita

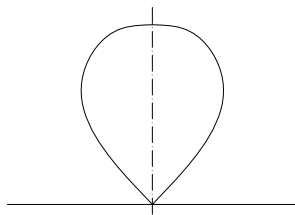
a. Bentuk-bentuk Bulbous Bow

Pemilihan bentuk untuk suatu kapal tergantung dari beberapa faktor, antara lain:

-) Kondisi perairan
-) Lebar kapal, panjang kapal, kelangsingan kapal.

Ir. Mansyur Hasbullah, M. Eng membagi bentuk Bulbous Bows yang berpengaruh terhadap Terhadap Horse Power yaitu:

1. Bentuk titik air terbalik ; Bentuk ini sangat cocok untuk kapal-kapal yang bergelombang. Bentuk ini sering dikombinasikan pada kapal-kapal yang bergading “V” yang digunakan pada kapal-kapal berkecepatan tinggi [6]. Bentuk ini sangat cocok untuk kapal-kapal yang bergelombang. Dan digunakan pada kapal-kapal berkecepatan tinggi [8].

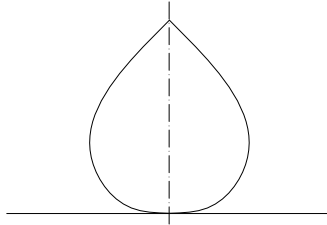


Gambar 2.5. Bulbous Bow bentuk titik air terbalik

Sumber: Universitas Makasar, Harnita

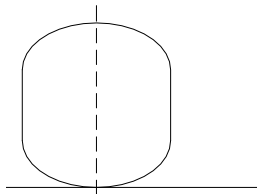
2. Bentuk titik air bergantung; Bentuk ini, sesuai dengan kapal-kapal yang berlayar pada daerah yang kurang

menghadapi hempasan gelombang yang besar[6]. Namun bentuk ini sangat lemah terhadap benturan [7].



Gambar 2.6. Bulbous bow bentuk titik air bergantung
Sumber: Universitas Makasar, Harnita

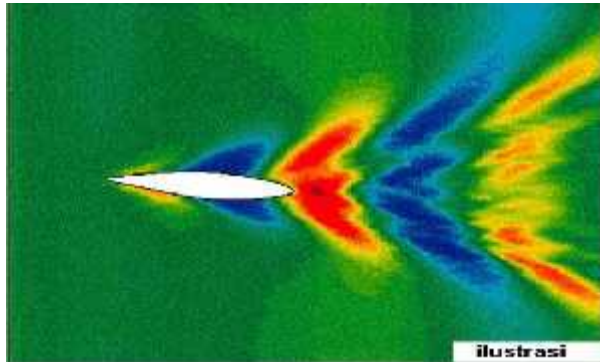
3. Bentuk Elips; Bentuk Bulbous yang ketiga ini lebih banyak digunakan pada kapal-kapal yang bentuk gadingnya “U” atau kapal-kapal yang berukuran gemuk[6] namun bentuk ini tahan terhadap benturan ombak [7]



Gambar 2.7. Bulbous bow bentuk elips
Sumber: Universitas Makasar, Harnita

2.5 Tahanan Kapal

Tahanan Kapal merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui oleh kapal saat beroperasi dengan kecepatan tertentu. Biasanya gaya hambat total merupakan jumlah dari semua gaya hambat yang bekerja di kapal, gaya hambat total tersebut meliputi tahanan gesek, tahanan tekanan, tahanan gelombang, tahanan tambahan digelombang, tahanan udara.



Gambar 2.8 Tahanan Kapal

Sumber: Institute Teknologi Sepuluh Nopember, Djalil

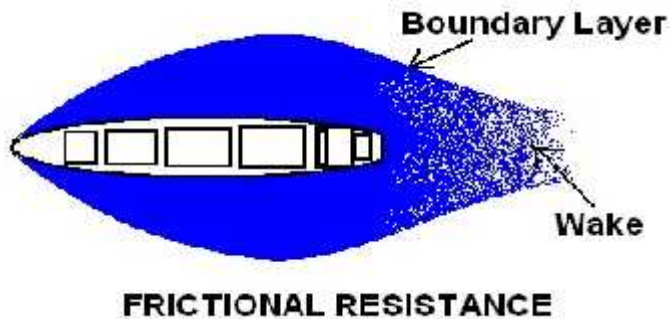
Tenaga yang diperlukan kapal untuk melaju di air sangat tergantung bagaimana efisiensi dari sistem propulsinya terhadap tahanan (resistance) yang diterima oleh kapal tersebut. Tahanan kapal adalah fungsi yang sangat kompleks tergantung dari variabel bentuk lambung, displacement dan kecepatan. Beberapa komponen tahanan kapal yang utama adalah:

- Tahanan gesek (frictional resistance)
- Tahanan tekanan (form resistance)
- Tahanan gelombang (wave resistance)
- Tahanan tambahan di gelombang (added resistance in wave)
- Tahanan Udara (air resistance)

2.5.1 Tahanan gesek

Tahanan gesek adalah tahanan yang diterima kapal pada saat melaju yang dihasilkan akibat gesekan antara kulit lambung kapal (ship shell) dengan air. Partikel air yang terdapat pada lapisan batas (boundary layer) mengalami percepatan karena adanya kecepatan lambung kapal, sehingga menyebabkan drag karena friksi partikel air tersebut. Boundary layer ini akan semakin menebal, apalagi jika lambung kapal tidaklah streamline, seperti tumbuhnya tritip & fouling.

Tahanan friksi kapal yang terkecil adalah pada saat kapal dalam kondisi baru dan kemudian akan bertambah seiring dengan semakin kasarnya permukaan lambung karena aplikasi cat yg berlapis-lapis, kerusakan lambung (deformasi, dll), korosi (pitting, dll). Hal-hal ini menyebabkan turunnya kecepatan kapal dan efisiensi secara gradual.



Gambar 2.9 Frictional Resistance

**Sumber: Institute Teknologi Sepuluh Nopember,
Djatismiko**

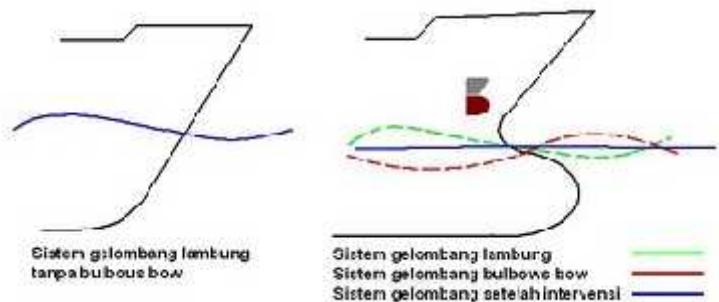
2.5.2 Tahanan tekanan (form)

Momentum kapal ($\text{Momentum} = \text{massa} \times \text{kecepatan}$) akan mendorong air kesisi samping haluan kapal dan hal ini mengakibatkan meningkatnya tekanan air pada haluan kapal. Dan tekanan ini juga akan meningkat di bagian buritan kapal, yang mana tekanan baru akan turun jika boundary layer hilang.

2.5.3 Tahanan Gelombang

Tahanan ini merupakan hasil dari system gelombang sepanjang lambung kapal yang terjadi karena perbedaan tekanan tadi. Pada kapal-kapal yang didesign dengan

bulbous bow akan mereduksi wave-making resistance ini secara signifikan, karena bulbous bow akan menghasilkan system gelombang tersendiri yang akan mengintervensi system gelombang kapal secara negative. Dan intervensi dari kedua system gelombang ini akan saling meniadakan masing-masingnya.



Gambar 2.10 Tahanan tambahan di gelombang (added resistance in wave)

Sumber: Institute Teknologi Sepuluh Nopember, Djatmiko

2.5.4 Tahanan Udara,

Tahanan udara yang dialami kapal akan sangat tergantung dari design architecture kapal diatas air yang dilihat secara vertical, dan dapat berubah-ubah seiring naik turunnya sarat (draft) kapal.

Bagaimanapun juga untuk komponen tahanan added resistance in wave dan tahanan udara adalah sangat tergantung bagaimana arah laju gelombang dan arah angin yang dihadapi oleh kapal dalam pelayarannya.

Beberapa hal yang dilakukan untuk mengurangi tahanan gesek/friksi karena pertumbuhan tritip pada permukaan lambung kapal, adalah aplikasi cat anti fouling (AF coat) yang dilakukan sebelum kapal turun dari docking. Dimana cat AF ini akan menghambat laju pertumbuhan tritip, sehingga menjaga lambung kapal tetap bersih dan mengurangi potensi timbulnya hambatan friksi yang besar. Yang perlu dicatat adalah saat ini IMO/ Marpol telah menerbitkan peraturan tentang pemakaian cat AF harus tanpa adanya kandungan TBT (tributilyn) pada cat karena bahan tersebut merupakan bahan pencemar [9]

2.6 Main Engine Kapal

Mesin kapal yang berfungsi sebagai tenaga penggerak kapal, nantinya mesin ini bertugas untuk menggerakkan propeller / baling – baling kapalyang selanjutnya mendorong air dan menggerakkan kapal dengan satu propeller hanya mempunyai satu mesin induk sedangkan kapal yang mempunyai dua propeller atau twin screw digerakan oleh dua mesin induk. Mesin Diesel kapal (*Marine engine*) mempunyai perbedaan

dengan Mesin Diesel yang dipakai didaratan (konvensional). Kenapa untuk melayani operasional, perawatan dan perbaikan - perbaikan kecil mesin - *mesin diesel kapal*, para masinisnya (Engineer), ada yang setingkat D3 (ATT III), S1 (ATT II), bahkan ada yang setara dengan S2 (ATT I / M, Mar Eng). Sementara mesin - mesin diesel di daratan cukup dilayani oleh tamatan SMK s/d D3 mesin saja.

Prinsip kerja mesin diesel baik di darat maupun di kapal - kapal sama saja, tak ada perbedaan yang signifikan. Sedangkan letak perbedaannya, antara lain ada pada :

Material mesin diesel kapal (Marine engine) dibuat lebih tangguh dari pada mesin - mesin yang ada didarat, agar tidak mudah mengalami kerusakan / keropos bila bersinggungan dengan air laut yang mempunyai kadar garam sangat tinggi dan mengandung unsur - unsur mineral dan biota laut perusak lainnya. Untuk mengantisipasi terjadinya hal - hal yang demikian, maka dilakukan tindakan - tindakan pada mesin diesel kapal sebagai berikut :

Melakukan pengecatan " Anti Foulant ", memasang Zink Anode pada sea chest air laut masuk dan pada cooler-cooler mesin diesel kapal untuk mencegah pengkeroposan material.

Memasang system dosis Alkytrimethylene Diamenes, suatu cairan Anti foulant Marine Chemical Corrosive Liquid Basic Organic, sebelum pendistribusian air laut dari sea chest

kepemakaian Sedangkan mesin diesel di darat tidak pernah mengalami hal - hal seperti ini.

Selama pengoperasiannya (Engine running), mesin diesel darat hanya mendapat getaran dari mesin itu sendiri (internal vibration), tidak pernah menerima getaran dari luar (external vibration), kecuali bila terjadi gempa bumi. Tidak demikian halnya dengan *Marine engine*, selain mendapat getaran mesin itu sendiri, mesin - mesin diesel kapal juga mendapatkan getaran perlawanan dari luar, karena guncangan dari badan kapal yang diterpa ombak laut. Terjangan ombak yang begitu dahsyat terhadap badan kapal bisa membuat mesin mengalami kemiringan sampai sekitar 60 derajat. Bila hal ini terjadi bisa mengakibatkan mesin mengalami, sebagai berikut:

Tekanan lubricating oil akan mengalami kekosongan (hampa), bila hal ini terjadi, maka tekanan lub. oil akan menurun (lubricating oil low pressure), mesin akan mati secara mendadak (Shutdown immediately), atau mesin mengalami rusak berat (break down). Untuk mengantisipasi terjadinya hal - hal seperti ini, maka pada saat rancang bangun, marine engine dipasang dua buah pipa isap lubricating oil kapal didepan dan dibelakang agak kekanan, atau kekiri lub oil carter engine. Sehingga bila mesin kapal mengalami kemiringan kearah manapun dan berapa derajatpun, lubricating oil tetap akan terisap oleh pompa minyak

lumas. Sedangkan pada mesin - mesin darat pipa isap minyak lumas cukup satu saja.

Buritan kapal terangkat, sehingga baling-baling terbebas dari tekanan air laut, secara logika akan terjadi putaran lebih (over speed) pada *mesin induk kapal*, atau bisa juga terjadi kerusakan yang fatal (break down). Tetapi hal sudah diantisipasi oleh perancang Marine engine dengan memasang pengaman pada Governoor, agar putaran mesin tetap menyesuaikan dengan situasi dan kondisi saat itu. Alat pengaman ini dikenal dengan nama " Over Speed Trip ". Pada mesin - mesin darat tidak dilengkapi dengan peralatan ini.

Pemasangan dan penataan pada mesin-mesin di darat sangat simpel dan sederhana. Buat *pondasi mesin* yang kokoh, rata, pasang engine mounting untuk perendam getar, bila mesin beroperasi. Install, cooling system, exhaust gas system, On / Off system, memakai angin penjalan atau battery. Allignment dengan kebutuhan pemakaian, apakah untuk pembangkit atau lainnya, selesai sudah. Pada saat pembangunan kapal, yang paling sulit dan penuh kehati-hatian adalah pembuatan *pondasi mesin kapal*, terutama mesin induk kapal, tidak cukup dengan rata saja, tetapi harus memperhitungkan semua yang berkaitan dengan mesin kapal tersebut. Harus memperhitungkan titik berat kapal, kelurusan dengan gear box, propulsion, momen - momen yang kemungkinan akan terjadi saat kapal telah beroperasi, dan

pengendalian mesin kapal untuk kebutuhan manouvering. Apalagi, bila kapal tersebut memakai dua mesin (twin engine).

Hal ini belum termasuk, pengoperasian, perawatan dan perbaikan, bila kapal telah dapat dimanfaatkan sesuai dengan fungsinya. Jadi, wajarlah bila engineer - engineer kapal ada yang setara dengan S2 jenis mesin yang ada di kapal. Agar kapal dapat bergerak dan berlayar diperlukan tenaga penggerak kapal. Berbagai bentuk tenaga penggerak kapal seperti dayung, layer, mesin diesel kapal, mesin uap bahkan tenaga nuklir di gunakan. Penggunaan motor diesel menempati urutan pertama untuk kapal komersial selanjutnya pemakaian mesin uap lebih diutamakan untuk kapal – kapal berukuran sangat besar seperti Super Tanker.

Pemakaian mesin diesel pada kapal lebih disenangi karena lebih praktis dalam pengopersiannya, persiapan untuk menghidupkan sebuah mesin induk hanya diperlukan lebih kurang satu jam, sedangkan untuk mesin uap diperlkan waktu tidak kurang dari empat jam.

Sebuah kapal dengan tenaga penggerak mesin diesel, biasanya mencantumkan KM (kapal motor), MS (motor ship), MV (motor Vessel) sebelum nama kapalnya, Sedangkan kapal dengan tenaga penggerak mesin uap mencantumkan KU (kapal uap), SS (steam ship) sebelum menunjukan nama kapal tersebut [10]



Gambar 2.11 Contoh Main Engine

Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/mesin_kapal

2.7 Sistem Bahan Bakar Kapal

Sistem bahan bakar adalah suatu sistem pelayanan untuk motor induk yang sangat vital. Sistem bahan bakar secara umum terdiri dari fuel oil supply, fuel oil purifying, fuel oil transfer dan fuel oil drain piping system. System bahan bakar adalah suatu system yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar dari bunker ke service tank dan juga daily tank dan kemudian ke mesin induk atau mesin Bantu. Adapun jenis bahan bakar yang digunakan diatas kapal bisa berupa heavy fuel oil (HFO), MDO, ataupun solar biasa tergantung jenis mesin dan ukuran mesin. Untuk system yang menggunakan bahan bakar HFO untuk operasionalnya, sebelum masuk ke main engine (Mesin utama) HFO harus ditreatment dahulu untuk penyesuaian viskositas, temperature dan tekanan.

Untuk system bahan bakar suatu mesin, semua komponen yang mendukung sirkulasi bahan bakar harus terjamin kontinuitasnya karena hal tersebut sangat vital dalam operasional, maka dalam perancangan ini setiap komponen utama system harus ada yang standby (cadangan) dengan tujuan jika salah satu mengalami trouble/disfungsi dapat secara otomatis terantisipasi dan teratasi. Peralatan tersebut antara lain : purifier pump, supply pump, circulating pump, filter, dan lain-lain [11]

Untuk perhitungan kebutuhan bahan bakar dapat di hitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{WHFO: SFOC of M/E} \times \text{BHPscr} \times t \text{ (hour)} \times \text{Fuel Constants} \quad (2.1)$$

Dimana

WHFO	: Kebutuhan bahan bakar dalam Ton
SFOC of M/E	: Konsumsi bahan bakar mesin (gr/kwh)
BHPscr	: Daya Motor (Kw)
t	: waktu tempuh (Hour)
Fuel Constant	: Konstanta bahab bakar

“HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN”

BAB III

METODOLOGI PELAKSANAAN

Pada bab ini menguraikan langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam penelitian. Metodologi merupakan kerangka dasar dari tahapan penyelesaian tugas akhir. Metodologi penulisan pada tugas akhir ini mencakup semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan tugas akhir.

3.1 Metode Studi Literatur

Pengumpulan data yang menjadi acuan penyelesaian dan pengerjaan field project baik berupa panduan atau buku, referensi tugas akhir, laporan penelitian, beberapa referensi yang berhubungan dengan objek.

3.2 *Design Model*

Penggambaran *design* model kapal akan menggunakan program *maxsurf* dengan memasukan data utama kapal kemudian di sempurnakan oleh SolidWorks. Data utama kapal yang akan di rancang adalah sebagai berikut

Tabel 3.1 Ukuran Utama Kapal

Sumber: *trawler vessel factory*

DIMENSIONS		
	Feet	Meters
Length	337	102.7
Breadth	54.5	16
Depth/Draft	32.5/21/6	9.9/6.8
Speed	18 Knots	



Gambar 3.1 Trawler Vessel yang Akan di Rancang

Sumber: *trawler vessel factory*

3.3 Penambahan *Design Bulbos Bow*

Fungsi utama dari bagian ini adalah mengurangi hambatan kapal pada saat eksplotasi atau operasi sebuah kapal. Prinsip kerja dari bulbous bow adalah dengan membangkitkan gelombang atau menginterferensi gelombang kapal yang datang dari haluan, sehingga gelombang yang datang akan kehilangan tenaga karena interferensi gelombang dari *bulbous bow* tadi. Dalam pembuatan *Design Bulbosbow* ini akan menggunakan aplikasi *Maxsurf* dan *SolidWorks*.

3.4 Perhitungan Tahanan Kapal

Tahanan Kapal merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui oleh kapal saat beroperasi dengan kecepatan tertentu. Besarnya gaya hambat total merupakan jumlah dari semua gaya hambat yang bekerja di kapal, gaya hambat total tersebut meliputi tahanan gesek, tahanan tekanan, tahanan gelombang, tahanan tambahan digelombang, tahanan udara. Dalam perhitungan tahanan ini akan menggunakan aplikasi *fine marine*.

3.5 Pemilihan *Main Engine*

Pemilihan *Main Engine* biasanya akan menggunakan katalog dari mesin itu sendiri, pemilihan di dasarkan pada daya

yang di butuhkan oleh kapal untuk mencapai kecepatan tertentu saat menghadapi suatu tahanan. Selain itu pemilihan juga berdasarkan pada berapa dimensi mesin agar muat pada ruang mesin.

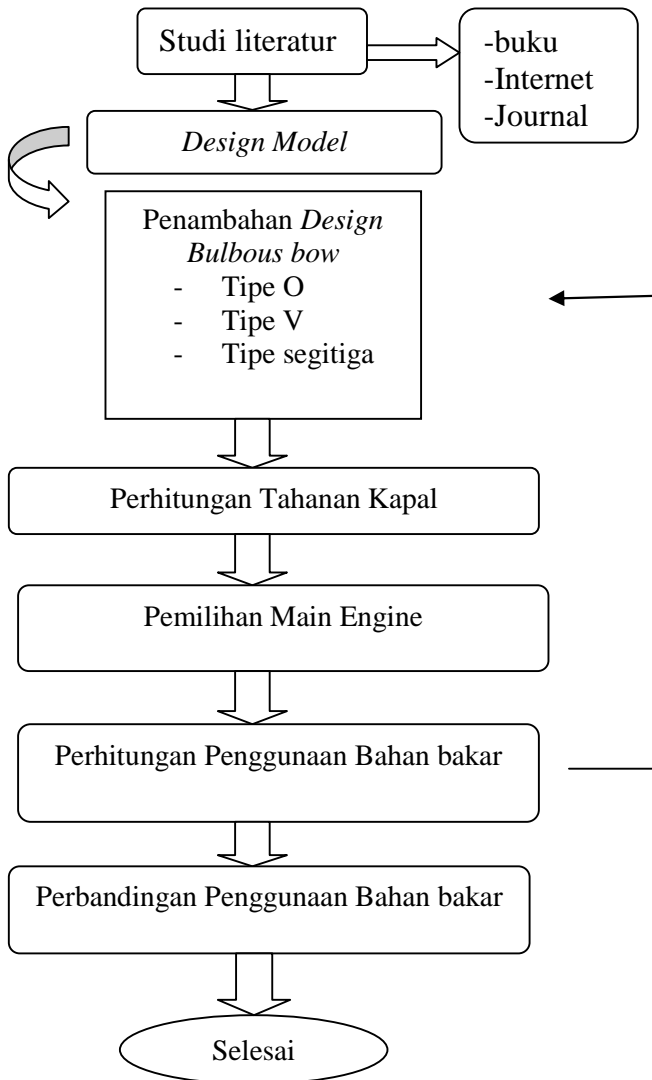
3.6 Perhitungan Penggunaan Bahan Bakar

Penggunaan bahan bakar sendiri berpengaruh dari Tahanan, variasi kecepatan serta main Engine yang di pilih. Perhitungan penggunaan bahan bakar akan di hitung berdasarkan besarnya konsumsi bahan bakar *main engine* jika di berikan oleh beban dengan besaran tertentu.

3.7 Perbandingan Pemakaian Penggunaan Bahan Bakar

Metode yang digunakan adalah membandingkan penggunaan bahan bakar dari sebuah desain dengan desain yang lain ketika main engine di berikan 5 variasi besaran daya (20%, 40%, 60%, 80% serta 100%) dengan memasukannya ke dalam tabel kemudian di perbandingkan dalam sebuah grafik.

3.8 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram alur penelitian

“HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN”

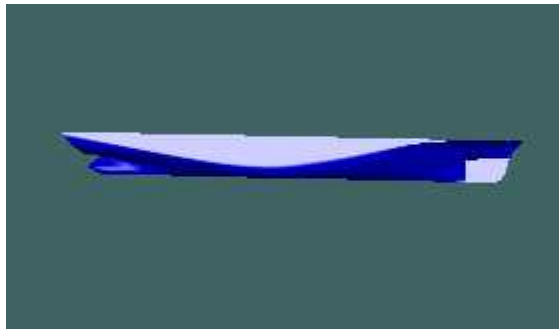
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapal Tanpa Variasi *Bulbous bow*

4.1.1 Pembuatan Model Kapal

Dengan dimensi kapal pembanding yang telah di dapatkan, maka di buatlah model kapal penangkap ikan tanpa *bulbous bow* seperti berikut:



Gambar 4 .1 Model kapal ikan tanpa *bulbous bow*

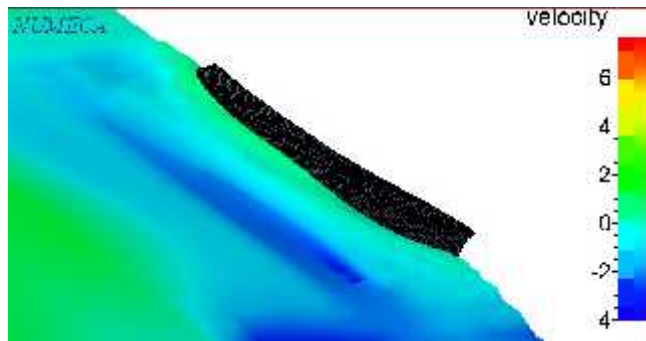
Kemudian untuk dapat menjalankan model tersebut untuk dapat diuji dengan aplikasi *numeca* maka model tersebut terlebih dahulu di *solid*-kan dengan program *solidworks*



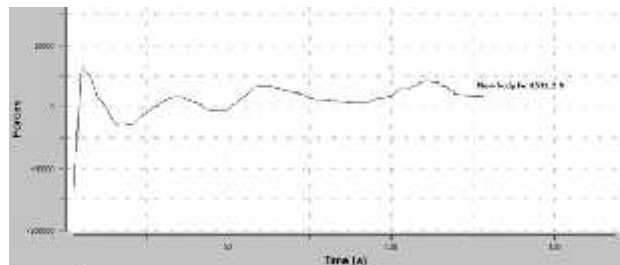
Gambar 4 .2 Model kapal ikan tanpa *bulbous bow* pada *Solidworks*

4.1.2 Perhitungan Total Tahanan Kapal

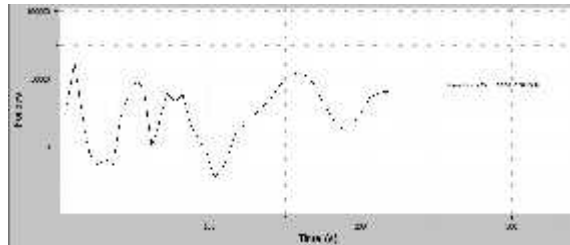
Model kapal yang telah masuk pada aplikasi *numeca* selanjutnya akan di *meshing* permukannya, setelah itu akan dilaksanakan pengujian model kapal dengan menggunakan parameter yang ada. Agar memudahkan dalam penghitungan maka di gunakanlah skala 1:2 terhadap model. Sehingga hasil yang didapatkan dalam pengujian akan di kalikan dua. Maka di dapatkanlah hasil simulasi seperti berikut:



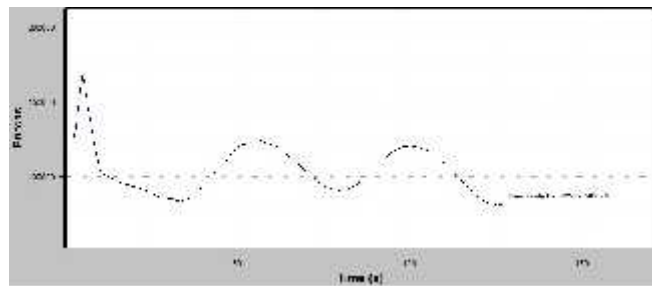
Gambar 4.3 Hasil simulasi aliran air pada kapal tanpa *Bulbous bow*



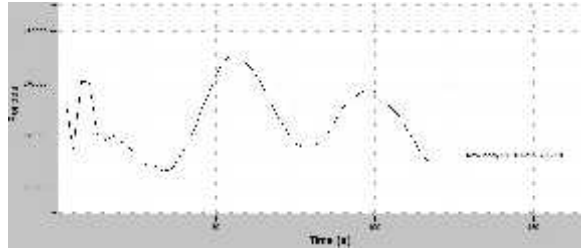
Gambar 4.4 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 4.5 Knot



Gambar 4.5 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 9 Knot



Gambar 4.6 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 13,5 Knot



Gambar 4.7 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 18 Knot

Pada kapal tanpa *bulbous bow* koefisien hambatan total semakin bertambah besar. Hal tersebut terjadi karena pengaruh dari hambatan gelombang yang timbul saat kapal bergerak baik akibat pola gelombang yang ditimbulkan kapal maupun aliran gelombang atau air di sekitar badan kapal dimana saat kapal bergerak semakin cepat dan mendekati nilai tertentu maka hambatan akan bertambah dengan cepat.

Tabel 4 . 1 Hasil perhitungan tahanan model kapal ikan tanpa *bulbous bow*

NO	Persentase Kecepatan(%)	Kecepatan (Knot)	Tahanan kapal (KN)
1	25	4.5	17.06
2	50	9	81.6
3	75	13.5	164.4
4	100	18	219

4.1.3 Pemilihan *Main Engine*

Dalam menentukan pemilihan main engine terdapat beberapa perhitungan

1. Menghitung daya efektif kapal (EHP)

Daya Efektif atau EHP adalah daya yang diperlukan untuk menggerakkan kapal di air atau untuk menarik kapal dengan kecepatan v . Perhitungan daya efektif kapal (EHP).

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= R_t \text{ dinas} \times V_s & (4.1) \\ &= 219 \times 9.47 \\ &= 2133,06 \text{ KW} \\ &= 2900,15 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dimana

R_t dinas: Tahanan Total (KN)

V_s : Kecepatan (m/s)

2. Menghitung Daya Tabung Pada Poros Buritan (DHP)

Adalah daya yang diserap oleh propeller dari sistem perporosan atau daya yang dihantarkan oleh sistem perporosan ke propeller untuk diubah menjadi daya dorong (thrust).

$$DHP = EHP/P_c \quad (4.2)$$

$$= 2900,15 / 0.6535$$

$$= 4437,66 \text{ HP}$$

Diamana:

$EHP = \text{Daya Efektif Kapal (HP)}$

$P_c = \text{Coefficient Propulsif}$

1. Menghitung Daya Poros Baling Baling (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar

3%.(“Principal of Naval Architecture hal 131”). Pada perencanaan ini, kamar mesin terletak dibagian belakang, sehingga losses yang terjadi hanya 2%.

$$SHP = DHP / \eta_s \eta_b \quad (4.3)$$

$$= 4437,66 / 0.98$$

$$= 4528,23 \text{ HP}$$

2. Menghitung Daya yang Diperlukan (BHP)

a. $BHP_{scr} \quad (4.4)$

$$BHP_{scr} = SHP$$

$$= 4528,23 \text{ HP}$$

b. BHP_{mcr}

$$BHP_{mcr} = BHP_{scr} / 85\% \quad (4.5)$$

$$= 5327,33 \text{ KW}$$

$$= 3918,25 \text{ HP}$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan spesifikasi main engine seperti berikut :

Tabel 4. 2 Spesifikasi *Main Engine*

Merk	=	MAN B & W	
Daya	=	5450	HP
	=	4000	kW
Type	=	10S26MC	
Stroke	=	980	mm
SFOC	=	179	g/kWh

4.1.4 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar

Setelah didapatkan spesifikasi mesin maka dapat di hitung pemakaian bahan bakar dari kapal ikan tersebut dengan estimasi waktu berlayar 2 hari (48 jam):

$$\text{WHFO} = \text{SFOC} \times \text{BHP}_{\text{scr}} \times t \times \text{Konstanta bahan bakar} \quad (4.6)$$

$$= 179 \times 3418 \times 48 \times 10^{-6}$$

$$= 17.72 \text{ Ton}$$

Dimana :

BHPscr = Power Main Engine (KW)

SFOC = Konsumsi Bahan Bakar (gr/kwh)

t = Waktu Pelayaran (Hours)

Vs = Kecepatan (m/s)

Jika di variasikan dengan daya mesin maka di
dapatkanlah hasil berikut

**Tabel 4.3 Perbandingan pemakaian bahan
bakar dengan variasi daya *main engine***

NO	Persentase Daya (%)	Daya Mesin (Kw)	Pemakaian Bahan Bakar(Ton)
1	20	800	3.54
2	40	1600	7.09
3	60	2400	10.63
4	80	3200	14.18
5	100	4000	17.72



Gambar 4.8 Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya *main engine*

4.2 Kapal dengan Variasi *Bulbous bow* Bentuk Segitiga

4.2.1 Perhitungan *Bulbous bow*

Membuat suatu *design Bulbousbow* dapat menggunakan perhitungan perhitungan tertentu, menurut Manuel Ventura dalam bukunya Ship Design I yang di terbitkan oleh Instituto Superior Technico terdapat beberapa perhitungan sebagai berikut:

4.2.1.1 Menentukan *breath of bulbousbow* (Bb)

1. Mencari nilai Cbb

Dalam mencari nilai Cbb pembuat design dapat mencari menggunakan table Breadth Coefficient dengan terlebih dahulu mencari nilai LPP/B:

$$\begin{aligned} \text{Lpp/B} &: 102,7/16 \\ &: 6.4 \end{aligned}$$

Dimana:

LPP : *Length Perpendicular*

B : *Breadth of Ship*

Kemudian Nilai LPP/B serta Cb di gunakan melihat table *breath coefficient* (Cbb) untuk mendapatkan nilai Cbb

Tabel 4.4 Tabel Cbb

Sumber: Ventura, Manuel. Bulbosbow Design and Contruction Pdf

Breadth Coefficient ($C_{BB} \times 100$)

L_{BB}/B	C_B						
	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4.80	5.9	6.2	6.6	7.2	7.9	8.6	9.3
5.00	5.8	6.1	6.5	7.1	8.2	8.8	9.5
5.20	6.1	6.7	7.3	7.8	8.4	9.0	9.8
5.40	6.3	6.9	7.6	8.1	8.6	9.3	10.1
5.60	6.5	7.2	7.8	8.4	8.9	9.6	10.4
5.80	6.7	7.4	8.0	8.6	9.2	9.9	10.7
6.00	6.9	7.6	8.2	8.8	9.5	10.2	11.0
6.20	7.2	7.9	8.5	9.1	9.7	10.5	11.3
6.40	7.5	8.1	8.7	9.3	10.0	10.8	11.6
6.60	7.8	8.4	9.0	9.6	10.3	11.1	11.9
6.80	8.0	8.6	9.2	9.8	10.5	11.4	12.2
7.00	8.2	8.8	9.4	10.0	10.7	11.6	12.5

NOTES:

- The values from the table can be applied to bulbs with approx. $Z_B/T = 0.45$.
- For higher or lower values, the coefficients shall be increased or reduced by 0.1% for each 0.01 difference, respectively.

Jadi Nilai Cbb adalah 0,1

1 Menghitung *Breadth of Bulbous bow* (BB)

Setelah mendapatkan nilai *breath coefficient* maka kita dapat menghitung nilai *Breadth of Bulbous bow* dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 BB &: C_{bb} \times B \\
 &: 0,1 \times 16 \\
 &: 1,6 \text{ m}
 \end{aligned}
 \tag{4.7}$$

Dimana:

BB : *Breadth of Bulbous bow* (m)

C_{bb} : *breath coefficient*

B : *Breadth of Ship*

2.2.1.2 Menentukan Panjang *Bulbousbow*

1. Menghitung *Length Coefficient*

Dalam membuat desain panjang suatu bulbousbow terlebih dahulu kita harus memiliki nilai *Length Coefficient*, *length coefficient* ini dapat di cari dengan perhitungan sebagai berikut:

$$C_{LR} = 0.2642 \cdot C_D \cdot \frac{B}{L_{PP}} + 0.0046 \tag{4.8}$$

Dimana:

C_{lpr}: *Length Coefficient*

C_b : *Coefficient Block*

B : *Breadth of Ship (M)*

L_{pp} : *Length of Perpendicular (M)*

Sehingga di dapatkan:

$$\begin{aligned} C_{lpr} &: 0,24642 \times 0,71 \times (16/102,7) + \\ &\quad 0,0046 \\ &: 0,0318 \end{aligned}$$

2. Menghitung Panjang *Bulbous bow*

Setelah memiliki nilai *Length Coefficient* maka kita dapat mencari panjang *bulbousbow* dengan rumus sebagai berikut

$$\begin{aligned} L_{pr} &: C_{lpr} \times L_{pp} \\ &: 0,0318 \times 102,7 \quad (4.9) \\ &: 3,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana

L_{pr} : Panjang *Bulbous bow*(m)

C_{lpr} : *Length Coefficient*

L_{pp} : *Length of Perpendicular* (m)

4.2.1.3 Menentukan Tinggi *Bulbousbow*

Untuk menentukan tinggi *bulbousbow* bentuk segitiga menggunakan formula seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned} Z_b &: 0,35 \times T \\ &: 0,35 \times 6,8 \\ &: 2,38 \text{ m} \end{aligned} \quad (4.10)$$

Dimana :

Z_b : Tinggi *bulbousbow*(m)

4.2.1.4 Menentukan Luasan *Bulbousbow*

Untuk menentukan luasan *bulbousbow* menggunakan langkah seperti di bawah ini:

1 Mencari Angka Froude (F_n)

$$\begin{aligned} F_n &: V_s / \sqrt{g \times L_{wl}} \\ &: 9,26 / \sqrt{9,8 \times 104,8} \\ &: 9,26 / 32,04 \\ &: 0,29 \end{aligned} \quad (4.11)$$

Dimana:

F_n : *Froude Number*

V_s : Kecepatan dinas kapal (m/s)

g : Gravitasi

L_{wl} : *Length of Water Line* (m)

2. Mencari *Cross Section Coefficient* (C_{abt})

$$C_{abt} : 40 \times F_n - 3,5 \quad (4.12)$$

$$: (40 \times 0,29) - 3,5$$

$$: 8,1$$

Dimana :

C_{abt} : *Cross Section Coefficient*

F_n : *Froude Number*

Dengan *typical value* C_{abt} 10

3. Mencari *Coefficient midship* (C_m) dan *luasan midship* (A_m)

$$C_m : 0,9 + 0,1 (C_b)$$

$$: 0,9 + 0,1 (0,71) \quad (4.13)$$

$$: 0,97$$

Dimana:

C_m : *Coefficient midship*

C_b : *Coefficient block*

$$\begin{aligned} A_m &: B \times T \times C_m \\ &: 16 \times 6,8 \times 0,97 \quad (4.14) \\ &: 105,53 \end{aligned}$$

Dimana:

C_m : *Coefficient midship*

B : Lebar kapal (m)

T : Sarat kapal (m)

4. Mencari Luasan Penampang *Bulbousbow* (Abt)

$$\begin{aligned} A_{bt} &: C_{abt} \times A_m \\ &: 0,81 \times 105,53 \quad (4.15) \\ &: 85,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dimana:

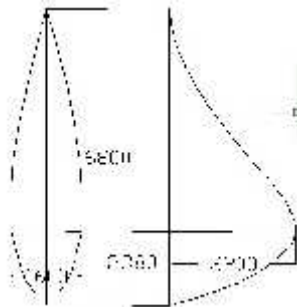
A_{bt} : Luas penampang *bulbousbow*
(m^2)

C_{abt} : Koefisien luas penampang
bulbousbow

A_m : Luasan *midship* (m^2)

5. Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka di dapatkanlah hasil sebagai berikut:



**Gambar 4.9 Hasil Perhitungan
Bulbousbow 2D**

Dimana

Abt : $85,5 \text{ m}^2$

Z_b : $2,38 \text{ m}$

L_{pr} : $3,2 \text{ m}$

B_b : $1,6 \text{ m}$



**Gambar 4.10 Hasil Perhitungan
Bulbousbow 3D**

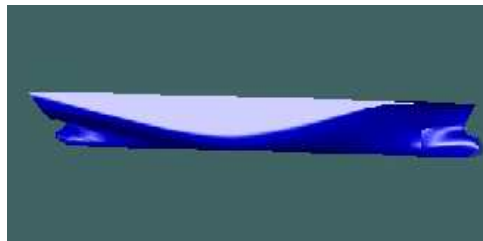
Dengan di buat model 3D maka di temukan lah ukuran setiap section dari *bulbous bow* tersebut. Terdapat 33 section dimana setiap section diambil dari 10 cm dari panjang total *bow*:

Tabel 4.5 Tabel ukuran *bow* Segitiga Setiap section

UKURAN BULBOUS BOW V TIAP SEGMENT (PER 100 MM)			
NO	PANJANG (MM)	LEBAR (MM)	TINGGI (MM)
1	0	1600	6800
2	100	1549.7	6727
3	200	1500.4	6650
4	300	1451.1	6572
5	400	1401.8	6492
6	500	1352.5	6422
7	600	1303.2	6327
8	700	1253.9	6240
9	800	1204.6	6149
10	900	1155.3	6053
11	1000	1106	5952
12	1100	1056.7	5844
13	1200	1007.4	5729
14	1300	958.1	5653
15	1400	908.8	5476
16	1500	859.5	5337
17	1600	800	5141
18	1700	750.7	4857
19	1800	701.4	4694
20	1900	652.1	4505
21	2000	602.8	4300
22	2100	553.5	4076

23	2200	504.2	3836
24	2300	454.9	3589
25	2400	405.6	3339
26	2500	356.3	3079
27	2600	307	2605
28	2700	257.7	2500
29	2800	208.4	1575
30	2900	159.1	1253
31	3000	109.8	545
32	3100	60.5	143
33	3200	0	0

Maka di dapatkanlah model kapal dengan variasi bow seperti berikut:



Gambar 4.11 Model Kapal dengan *Bulbous bow* segitiga

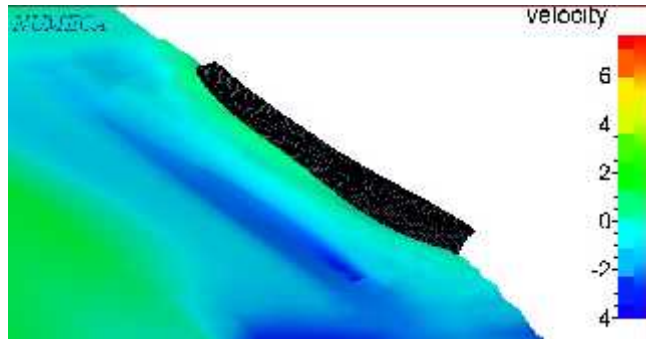
Kemudian untuk dapat menjalankan model tersebut untuk dapat diuji dengan aplikasi *numeca* maka model tersebut terlebih dahulu di *solid*-kan dengan program *solidworks*



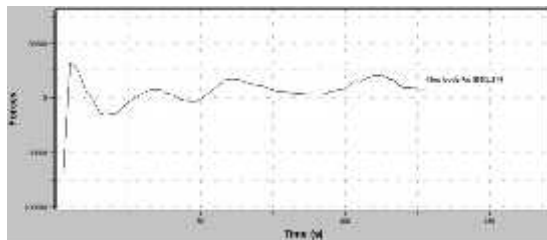
Gambar 4 .12 Model kapal ikan *bulbous bow* segitga

4.2.2 Perhitungan Total Tahanan Kapal

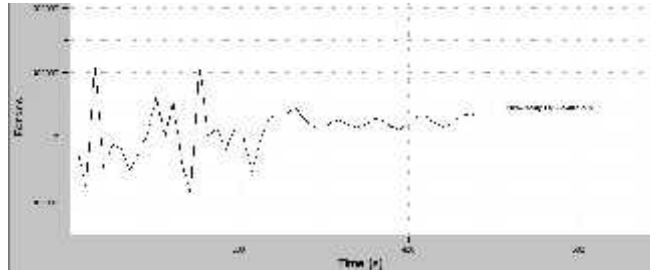
Model kapal yang telah masuk pada aplikasi *numeca* selanjutnya akan di *meshing* permukannya, setelah itu akan dilaksanakan pengujian model kapal dengan menggunakan parameter yang ada. Agar memudahkan dalam penghitungan maka di gunakanlah skala 1:2 terhadap model. Sehingga hasil yang didapatkan dalam pengujian akan di kalikan dua. Maka di dapatkanlah hasil simulasi seperti berikut:



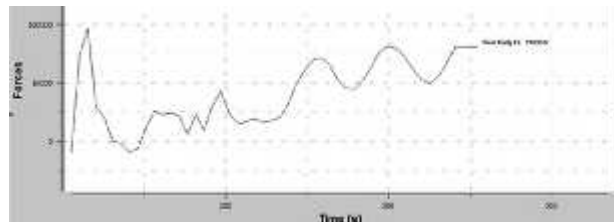
Gambar 4.13 Hasil simulasi aliran air model kapal ikan dengan *bulbous bow* segitiga



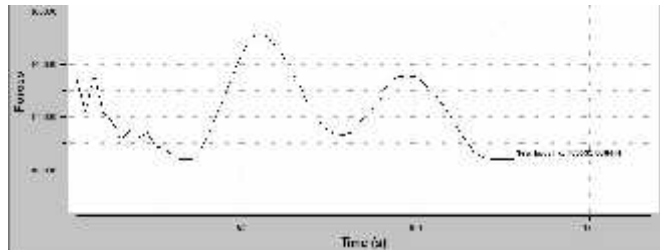
Gambar 4.14 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 4.5 Knot



Gambar 4.15 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 9 Knot



Gambar 4.16 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 13,5 Knot



Gambar 4.17 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 18 Knot

Dari hasil simulasi tersebut maka di dapatkanlah hasil sebagai berikut:

Tabel 4 .6 Hasil perhitungan tahanan model kapal ikan *bulbous bow* segitiga

NO	Persentase Kecepatan(%)	Kecepatan (Knot)	Tahanan kapal (KN)
1	25	4.5	16.7
2	50	9	70.8
3	75	13.5	150.65
4	100	18	207.06

4.2.3 Pemilihan *Main Engine*

Dalam menentukan pemilihan main engine terdapat beberapa perhitungan

1. Menghitung daya efektif kapal (EHP)

Daya Efektif atau EHP adalah daya yang diperlukan untuk menggerakkan kapal di air atau untuk menarik kapal dengan kecepatan v . Perhitungan daya efektif kapal (EHP).

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= R_t \text{ dinas} \times V_s & (4.16) \\ &= 207 \times 9.47 \\ &= 2016,18 \text{ KW} \\ &= 2741,24 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dimana

R_t dinas: Tahanan Total (KN)

V_s : Kecepatan (m/s)

6. Menghitung Daya Tabung Pada Poros Buritan (DHP)

Adalah daya yang diserap oleh propeller dari sistem perporosan atau daya yang dihantarkan oleh sistem perporosan ke propeller untuk diubah menjadi daya dorong (thrust).

$$DHP = EHP/P_c \quad (4.17)$$

$$= 2741,24 / 0.6535$$

$$= 4194,5 \text{ HP}$$

Dimana:

EHP = Daya Efektif Kapal (HP)

P_c = *Coefficient Propulsif*

7. Menghitung Daya Poros Baling Baling (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%.(“Principal of Naval Architecture hal 131”). Pada

perencanaan ini, kamar mesin terletak dibagian belakang, sehingga losses yang terjadi hanya 2%.

$$SHP = DHP / \eta_s \eta_b \quad (4.18)$$

$$= 4914,5 / 0.98$$

$$= 4280,11 \text{ HP}$$

8. Menghitung Daya yang Diperlukan (BHP)

$$BHP_{scr} \quad (4.19)$$

$$BHP_{scr} = SHP$$

$$= 4280,11 \text{ HP}$$

c. BHP_{mcr}

$$BHP_{mcr} = BHP_{scr} / 85\% \quad (4.20)$$

$$= 5035,42 \text{ HP}$$

$$= 3689,55 \text{ KW}$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan spesifikasi main engine seperti berikut :

Tabel 4.7 Spesifikasi Main Engine

Merk	=	MAN B & W	
Daya	=	5050	HP
	=	3700	kW
Type	=	5S35MC	
Stroke	=	980	mm
SFOC	=	178	g/kWh

4.2.4 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar

Setelah didapatkan spesifikasi mesin maka dapat di hitung pemakaian bahan bakar dari kapal ikan tersebut dengan estimasi waktu berlayar 2 hari (48 jam):

$$\text{WHFO} = \text{SFOC} \times \text{BHPscr} \times t \times \text{Konstanta bahan bakar} \quad (4.21)$$

$$= 178 \times 3162 \times 48 \times 10^{-6}$$

$$= 16,39 \text{ Ton}$$

Dimana :

BHPscr = Power Main Engine (KW)

SFOC = Konsumsi Bahan Bakar (gr/kwh)

t = Waktu Pelayaran (Hours)

Vs = Kecepatan (m/s)

Jika di variasikan dengan daya mesin maka di
dapatkanlah hasil berikut

**Tabel 4.8 Perbandingan pemakaian bahan
bakar dengan variasi daya *main engine***

NO	Persentase Daya (%)	Daya Mesin (Kw)	Pemakaian Bahan Bakar(Ton)
1	20	740	3.28
2	40	1480	6.56
3	60	2220	9.84
4	80	2960	13.12
5	100	3700	16.39



Gambar 4.18 Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya *main engine*

4.3 Kapal dengan Variasi *Bulbous bow* Bentuk O

4.3.1 Perhitungan *Bulbous bow*

Bulbous bow berebentuk O memiliki parameter perhitungan yang sama dengan bentuk yang lain. Hanya yang membedakan adalah posisi letak tinggi *bulbous bow*.

4.3.1.1 Menentukan Tinggi *bulbousbow* (Zb)

Untuk menentukan tinggi *bulbousbow* bentuk O menggunakan formula seperti di bawah ini [7]:

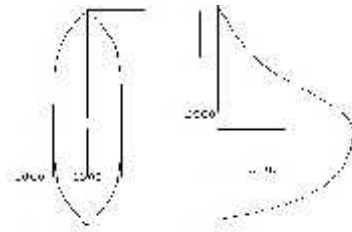
$$\begin{aligned} Z_b &: 0,45 \times T \\ &: 0,45 \times 6,8 \\ &: 3,06 \text{ m} \end{aligned} \quad (4.22)$$

Dimana :

Z_b : Tinggi *bulbousbow*(m)

4.3.1.2 Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka di dapatkanlah hasil sebagai berikut:



**Gambar 4.19 Hasil Perhitungan
Bulbousbow 2D**

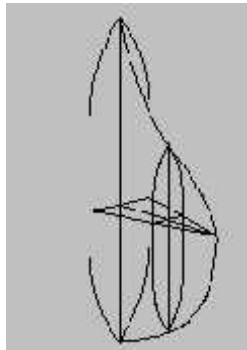
Dimana

Abt : 85,5 m²

Zb : 3,06 m

Lpr : 3,2 m

Bb : 1,6 m



**Gambar 4.20 Hasil Perhitungan
Bulbousbow 3D**

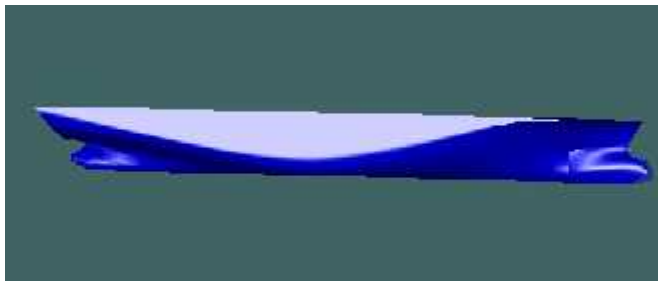
Dengan di buat model 3D maka di temukan lah ukuran setiap section dari *bulbous bow* tersebut. Terdapat 33 section dimana setiap section diambil dari 10 cm dari panjang total *bow*:

Tabel 4.9 Tabel ukuran *bow* O tiap section

UKURAN BULBOUS BOW O TIAP SEGMENT (PER 100 MM)			
NO	PANJANG (MM)	LEBAR (MM)	TINGGI (MM)
1	0	1600	6800
2	100	1549.7	6527
3	200	1500.4	6246
4	300	1451.1	6003
5	400	1401.8	5789
6	500	1352.5	5591
7	600	1303.2	5402
8	700	1253.9	5216
9	800	1204.6	5035
10	900	1155.3	4840
11	1000	1106	4705
12	1100	1056.7	4560
13	1200	1007.4	4426
14	1300	958.1	4300
15	1400	908.8	4178
16	1500	859.5	4056
17	1600	800	3946
18	1700	750.7	3823
19	1800	701.4	3702
20	1900	652.1	3578
21	2000	602.8	3449
22	2100	553.5	3314
23	2200	504.2	3172

24	2300	454.9	3022
25	2400	405.6	2961
26	2500	356.3	2687
27	2600	307	2498
28	2700	257.7	2289
29	2800	208.4	2053
30	2900	159.1	1776
31	3000	109.8	1421
32	3100	60.5	936
33	3200	0	0

Maka di dapatkanlah model kapal dengan variasi bow seperti berikut:



**Gambar 4.21 Model Kapal dengan
Bulbous bow O**

Kemudian untuk dapat menjalankan model tersebut untuk dapat diuji dengan aplikasi *numeca*

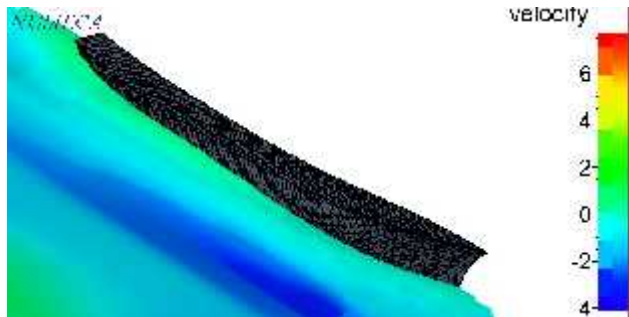
maka model tersebut terlebih dahulu di *solid*-kan dengan program *solidworks*



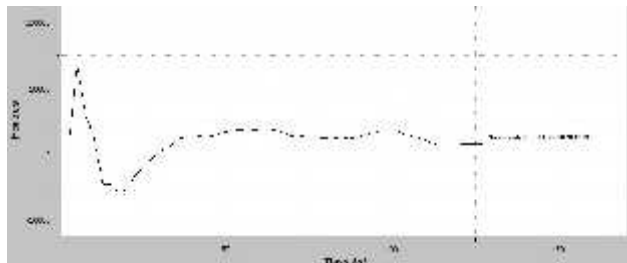
Gambar 4 .22 Model kapal ikan *bulbous bow* O

4.3.2 Perhitungan Total Tahanan Kapal

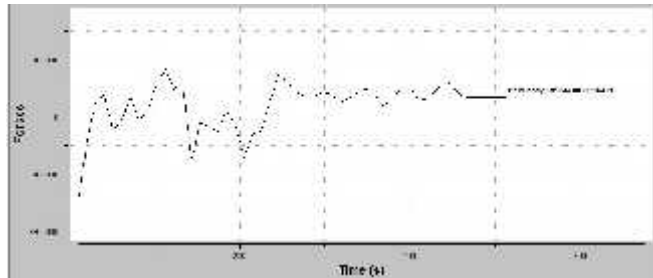
Model kapal yang telah masuk pada aplikasi *numeca* selanjutnya akan di *meshing* permukannya, setelah itu akan dilaksanakan pengujian model kapal dengan menggunakan parameter yang ada. Agar memudahkan dalam penghitungan maka di gunakanlah skala 1:2 terhadap model. Sehingga hasil yang didapatkan dalam pengujian akan di kalikan dua. Maka di dapatkanlah hasil simulasi seperti berikut:



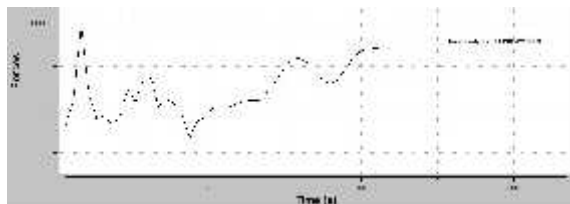
Gambar 4.23 Hasil simulasi aliran air model kapal ikan dengan *bulbous bow* O



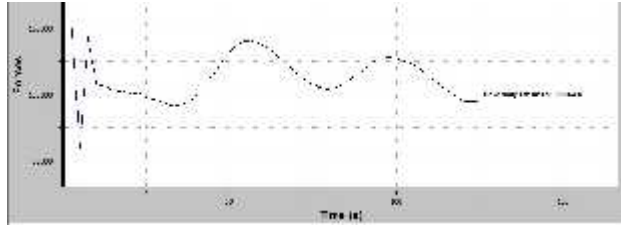
Gambar 4.24 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 4.5 Knot



Gambar 4.25 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 9 Knot



Gambar 4.26 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 13 , 5 Knot



Gambar 4.27 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 18 Knot

Dari hasil simulasi tersebut maka di dapatkanlah hasil sebagai berikut:

Tabel 4 .10 Hasil perhitungan tahanan model kapal ikan *bulbous bow O*

NO	Persentase Kecepatan(%)	Kecepatan (Knot)	Tahanan kapal (KN)
1	25	4.5	14.3
2	50	9	69.58
3	75	13.5	142.26
4	100	18	190.25

4.3.3 Pemilihan *Main Engine*

Dalam menentukan pemilihan main engine terdapat beberapa perhitungan

1. Menghitung daya efektif kapal (EHP)

Daya Efektif atau EHP adalah daya yang diperlukan untuk menggerakkan kapal di air atau untuk menarik kapal dengan kecepatan v . Perhitungan daya efektif kapal (EHP).

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= R_t \text{ dinas} \times V_s & (4.23) \\ &= 190.25 \times 9.47 \\ &= 1853.04 \text{ KW} \\ &= 2519.42 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dimana

R_t dinas: Tahanan Total (KN)

V_s : Kecepatan (m/s)

9. Menghitung Daya Tabung Pada Poros Buritan (DHP)

Adalah daya yang diserap oleh propeller dari sistem perporosan atau daya yang dihantarkan oleh sistem perporosan ke propeller untuk diubah menjadi daya dorong (thrust).

$$DHP = EHP/P_c \quad (4.24)$$

$$= 2519.42/0.6535$$

$$= 3855.09 \text{ HP}$$

Diamana:

$EHP = \text{Daya Efektif Kapal (HP)}$

$P_c = \text{Coefficient Propulsif}$

10. Menghitung Daya Poros Baling Baling (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada

daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%. (“Principal of Naval Architecture hal 131”). Pada perencanaan ini, kamar mesin terletak dibagian belakang, sehingga losses yang terjadi hanya 2%.

$$SHP = DHP / s \ b \quad (4.25)$$

$$= 3855.09 / 0.98$$

$$= 3933.77 \text{ HP}$$

11. Menghitung Daya yang Diperlukan (BHP)

$$d. \text{ BHP}_{scr} \quad (4.26)$$

$$\text{BHP}_{scr} = SHP$$

$$= 3933.77 \text{ HP}$$

$$e. \text{ BHP}_{mcr}$$

$$\text{BHP}_{mcr} = \text{BHP}_{scr} \times 85\% \quad (4.27)$$

$$= 4627.96 \text{ HP}$$

$$= 3403.87 \text{ KW}$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan spesifikasi main engine seperti berikut :

Tabel 4 .11 Spesifikasi *Main Engine*

Merk	=	MAN B & W	
Daya	=	4905	HP
	=	3600	kW
Type	=	9S26MC	
Stroke	=	980	mm
SFOC	=	179	g/kWh

4.3.4 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar

Setelah didapatkan spesifikasi mesin maka dapat di hitung pemakaian bahan bakar dari kapal ikan tersebut dengan estimasi waktu berlayar 2 hari (48 jam):

$$\text{WHFO} = \text{SFOC} \times \text{BHP}_{\text{scr}} \times t \times \text{Konstanta bahan bakar} \quad (4.28)$$

$$= 179 \times 3076 \times 48 \times 10^{-6}$$

$$= 15.95 \text{Ton}$$

Dimana :

BHPscr = Power Main Engine (KW)

SFOC = Konsumsi Bahan Bakar (gr/kwh)

t = Waktu Pelayaran (Hours)

Vs = Kecepatan (m/s)

Jika di variasikan dengan daya mesin maka di
dapatkanlah hasil berikut

**Tabel 4.12 Perbandingan pemakaian bahan
bakar dengan variasi daya *main engine***

NO	Persentase Daya (%)	Daya Mesin (Kw)	Pemakaian Bahan Bakar(Ton)
1	20	720	3.19
2	40	1440	6.38
3	60	2160	9.57
4	80	2880	12.76
5	100	3600	15.95



Gambar 4.28 Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya *main engine*

4.4 Kapal dengan Variasi *Bulbous bow* Bentuk V

4.4.1 Perhitungan *Bulbous bow*

Bulbous bow berebentuk V memiliki parameter perhitungan yang sama dengan bentuk yang lain. Hanya yang membedakan adalah posisi letak tinggi *bulbous bow*. [7]:

4.4.1.1 Menentukan Tinggi *bulbousbow* (Zb)

Untuk menentukan tinggi *bulbousbow* bentuk V menggunakan formula seperti di bawah ini:

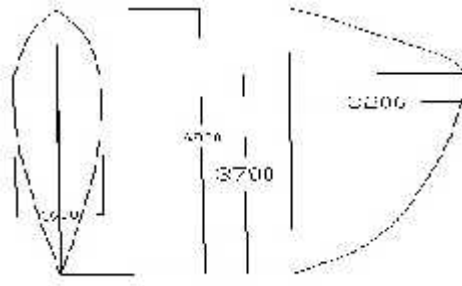
$$\begin{aligned} Z_b &: 0,55 \times T \\ &: 0,55 \times 6,8 \\ &: 3,74 \text{ m} \end{aligned} \quad (4.29)$$

Dimana :

Z_b : Tinggi *bulbousbow*(m)

4.4.1.2 Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka di dapatkanlah hasil sebagai berikut:



**Gambar 4.29 Hasil Perhitungan
Bulbousbow 2D**

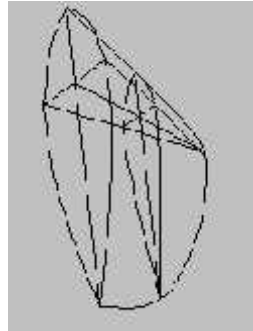
Dimana

Abt : 85,5 m²

Zb : 3,74 m

Lpr : 3,2 m

Bb : 1,6 m



**Gambar 4.30 Hasil Perhitungan
Bulbousbow 3D**

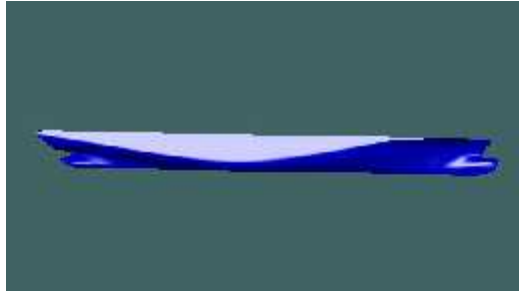
Dengan di buat model 3D maka di temukan lah ukuran setiap section dari *bulbous bow* tersebut. Terdapat 33 section dimana setiap section diambil dari 10 cm dari panjang total *bow*:

Tabel 4.13 Tabel ukuran *bow* V tiap section

UKURAN BULBOUS BOW SEGITIGA TIAP SEGMENT (PER 100 MM)			
NO	PANJANG (MM)	LEBAR (MM)	TINGGI (MM)
1	0	1600	6800
2	100	1549.7	6218
3	200	1500.4	5838
4	300	1451.1	5562
5	400	1401.8	5319
6	500	1352.5	5096

7	600	1303.2	4912
8	700	1253.9	4714
9	800	1204.6	4529
10	900	1155.3	4353
11	1000	1106	4183
12	1100	1056.7	4017
13	1200	1007.4	3852
14	1300	958.1	3647
15	1400	908.8	3473
16	1500	859.5	3344
17	1600	800	3171
18	1700	750.7	2997
19	1800	701.4	2825
20	1900	652.1	2655
21	2000	602.8	2485
22	2100	553.5	2313
23	2200	504.2	2136
24	2300	454.9	1932
25	2400	405.6	1760
26	2500	356.3	1554
27	2600	307	1335
28	2700	257.7	1070
29	2800	208.4	700
30	2900	159.1	400
31	3000	109.8	106
32	3100	60.5	75
33	3200	0	0

Maka di dapatkanlah model kapal dengan variasi bow seperti berikut:



**Gambar 4.31 Model Kapal dengan
*Bulbous bow V***

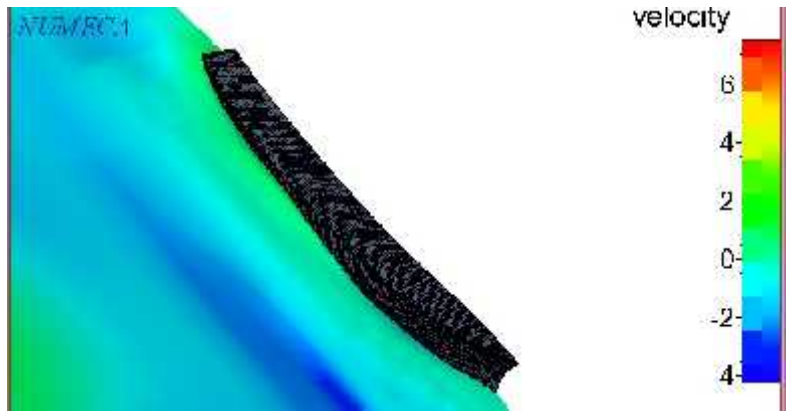
Kemudian untuk dapat menjalankan model tersebut untuk dapat diuji dengan aplikasi *numeca* maka model tersebut terlebih dahulu di *solid*-kan dengan program *solidworks*



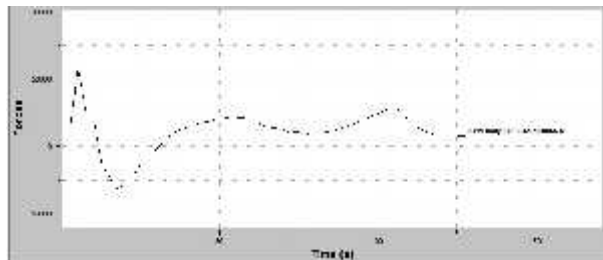
Gambar 4 .32 Model kapal ikan *bulbous bow* V

4.4.2 Perhitungan Total Tahanan Kapal

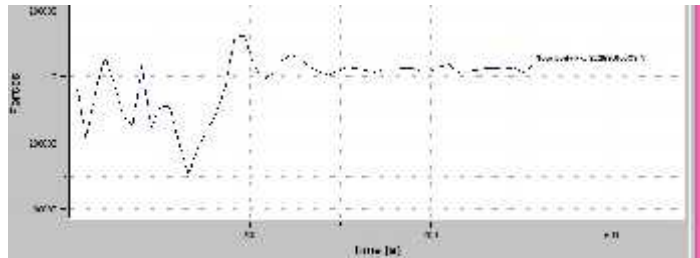
Model kapal yang telah masuk pada aplikasi *numeca* selanjutnya akan di *meshing* permukannya, setelah itu akan dilaksanakan pengujian model kapal dengan menggunakan parameter yang ada. Agar memudahkan dalam penghitungan maka di gunakanlah skala 1:2 terhadap model. Sehingga hasil yang didapatkan dalam pengujian akan di kalikan dua. Maka di dapatkanlah hasil simulasi seperti berikut:



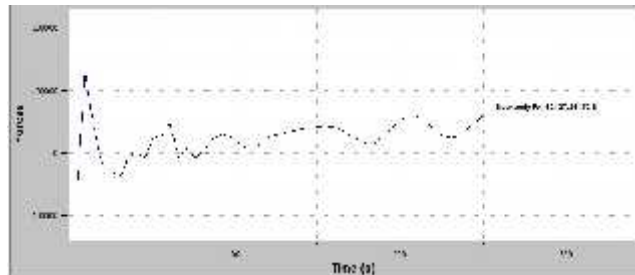
Gambar 4.33 Hasil simulasi aliran air model kapal ikan dengan *bulbous bow* V



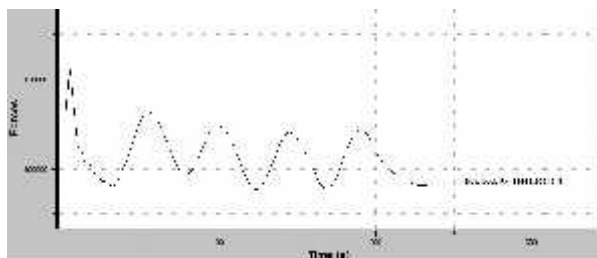
Gambar 4.34 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 4.5 Knot



Gambar 4.35 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 9 Knot



Gambar 4.36 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 13 , 5 Knot



Gambar 4.37 Grafik tahanan kapal pada kecepatan 18 Knot

Dari hasil simulasi tersebut maka di dapatkanlah hasil sebagai berikut:

Tabel 4 .14 Hasil perhitungan tahanan model kapal ikan *bulbous bow V*

NO	Persentase Kecepatan(%)	Kecepatan (Knot)	Tahanan kapal (KN)
1	25	4.5	12.69
2	50	9	64.52
3	75	13.5	124.25
4	100	18	179.32

4.4.3 Pemilihan *Main Engine*

Dalam menentukan pemilihan main engine terdapat beberapa perhitungan

1. Menghitung daya efektif kapal (EHP)

Daya Efektif atau EHP adalah daya yang diperlukan untuk menggerakkan kapal di air atau untuk menarik kapal dengan kecepatan v . Perhitungan daya efektif kapal (EHP).

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= R_t \text{ dinas} \times V_s & (4.30) \\ &= 179.32 \times 9.47 \\ &= 1746.52 \text{ KW} \\ &= 2374.68 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dimana

R_t dinas: Tahanan Total (KN)

V_s : Kecepatan (m/s)

12. Menghitung Daya Tabung Pada Poros Buritan (DHP)

Adalah daya yang diserap oleh propeller dari sistem perporosan atau daya yang dihantarkan oleh sistem perporosan ke propeller untuk diubah menjadi daya dorong (thrust).

$$DHP = EHP/P_c \quad (4.31)$$

$$= 2374.68 / 0.6535$$

$$= 3633.62 \text{ HP}$$

Dimana:

EHP = Daya Efektif Kapal (HP)

P_c = *Coefficient Propulsif*

13. Menghitung Daya Poros Baling Baling (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%.(“Principal of Naval Architecture hal 131”). Pada

perencanaan ini, kamar mesin terletak dibagian belakang, sehingga losses yang terjadi hanya 2%.

$$SHP = DHP / \eta_s \eta_b \quad (4.32)$$

$$= 3633.62 / 0.98$$

$$= 3707.77 \text{ HP}$$

14. Menghitung Daya yang Diperlukan (BHP)

$$f. \text{ BHP}_{scr} \quad (4.33)$$

$$\text{BHP}_{scr} = SHP$$

$$= 3707.77 \text{ HP}$$

$$g. \text{ BHP}_{mcr}$$

$$\text{BHP}_{mcr} = \text{BHP}_{scr} \times 85\% \quad (4.34)$$

$$= 4362.08 \text{ HP}$$

$$= 3208.31 \text{ KW}$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan spesifikasi main engine seperti berikut :

Tabel 4 .15 Spesifikasi *Main Engine*

Merk	=	MAN B & W	
Daya	=	4425	HP
	=	3250	kW
Type	=	5L35MC	
Stroke	=	350	mm
SFOC	=	177	g/kWh

4.4.4 Perhitungan Kebutuhan Pemakaian Bahan Bakar

Setelah didapatkan spesifikasi mesin maka dapat di hitung pemakaian bahan bakar dari kapal ikan tersebut dengan estimasi waktu berlayar 2 hari (48 jam):

$$\text{WHFO} = \text{SFOC} \times \text{BHP}_{\text{scr}} \times t \times \text{Konstanta bahan bakar} \quad (4.35)$$

$$= 177 \times 2777 \times 48 \times 10^{-6}$$

$$= 14.4 \text{Ton}$$

Dimana :

BHP_{scr} = Power Main Engine (KW)

SFOC = Konsumsi Bahan Bakar (gr/kwh)

t = Waktu Pelayaran (Hours)

V_s = Kecepatan (m/s)

Jika di variasikan dengan daya mesin maka di dapatkanlah hasil berikut

Tabel 4.16 Perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya *main engine*

NO	Persentase Daya (%)	Daya Mesin (Kw)	Pemakaian Bahan Bakar(Ton)
1	20	650	2.88
2	40	1300	5.76
3	60	1950	8.64
4	80	2600	11.52
5	100	3250	14.4



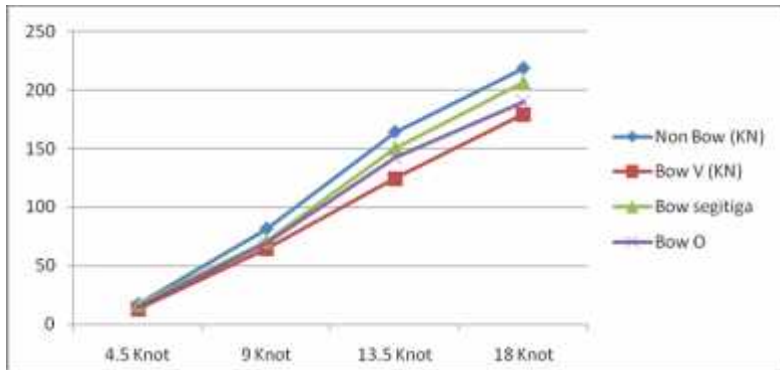
Gambar 4.38 Grafik perbandingan pemakaian bahan bakar dengan variasi daya *main engine*

4.5 Pembahasan

Dari hasil percobaan diatas di dapatkan hasil perbandingan tahanan kapal seperti dalam table berikut ini:

Tabel 4.17 Perbandingan tahanan kapal

No	Kecepatan	Non Bulbous bow (KN)	Bulbousbow Segitiga (KN)	Bulbousbow O (KN)	Bulbousbow V (KN)
1	4.5 Knot	17.06	16.7	14.3	12.69
2	9 Knot	81.6	70.8	69.58	64.52
3	13.5 Knot	164.4	150.65	142.26	124.25
4	18 Knot	219	207.06	190.25	179.32



Gambar 4.39 Grafik perbandingan tahanan kapal

Dari hasil pengujian tersebut diketahui bahwa kapal yang memiliki *bulbous bow* memiliki tahanan lebih kecil dari yang tanpa menggunakannya, dimana model V memiliki tahanan kapal yang paling kecil, hal ini sesuai dengan teori bahwa salah satu fungsi utama *bulbous bow* adalah untuk mengurangi tahanan pada kapal [5]. Pada kapal tanpa *bulbous bow* koefisien hambatan total semakin bertambah besar. Hal tersebut terjadi karena pengaruh dari hambatan gelombang yang timbul saat kapal bergerak baik akibat pola gelombang yang ditimbulkan kapal maupun aliran gelombang atau air di sekitar badan kapal dimana saat

kapal bergerak semakin cepat dan mendekati nilai tertentu maka hambatan akan bertambah dengan cepat.

Pada kapal dengan *bulbous bow* koefisien hambatan total cenderung bertambah kecil. Hal tersebut terjadi karena pengaruh dari bentuk *bulbous bow* pada bagian haluan kapal sehingga hambatan kapal dapat berkurang.

Setelah mendapatkan hitungan tahanan kapal tersebut, maka dilakukanlah pemilihan mesin, dimana didapatkan spesifikasi mesin untuk tiap modelnya seperti berikut:

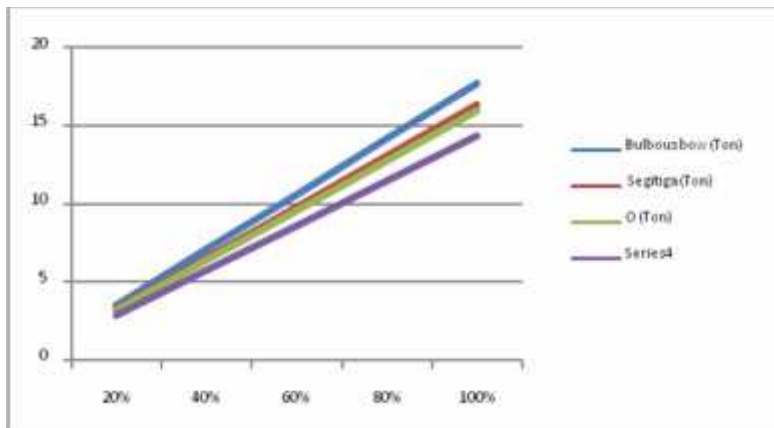
Tabel 4.18 Perbandingan spesifikasi mesin

NO	Jenis	Merk & Tipe	Power (kw)	Fuel Consumption (g/kwh)
1	Non	Man B & W 10S26MC	4000	179
2	bow Segitiga	Man B & W 5S35MC	3700	178
3	Bow O	Man B & W 9S26MC	3600	179
4	Bow V	Man B & W 5L35MC	3250	177

Dengan data diatas kita dapat menghitung kebutuhan bahan bakar yang dapat dilihat hasilnya pada table dan grafik berikut:

Tabel 4.19 Perbandingan kebutuhan bahan bakar kapal

NO	Daya	Non Bulbous bow (Ton)	Bulbous bow Segitiga (Ton)	Bulbous bow O (Ton)	Bulbous bow V (Ton)
1	20%	3.54	3.28	3.19	2.88
2	40%	7.09	6.56	6.38	5.76
3	60%	10.63	9.84	9.57	8.64
4	80%	14.18	13.12	12.76	11.52
5	100%	17.72	16.39	15.95	14.4

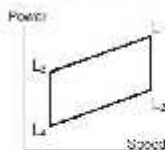


Gambar 4.40 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar kapal

Dari hasil diatas didapatkan bahwa *bubousbow* tipe V yang memiliki tahanan paling kecil membutuhkan kebutuhan bahan bakar yang paling sedikit, hal ini menunjukan bahwa semakin kecil tahanan kapal akan semakin kecil juga pemakaian bahan bakar, hal ini dikarenakan tahanan kapal menjadi acuan untuk menghiung jumlah daya yang di gunakan dalam pemilihan *main engine*. Dimana dalam *main engine* yang kita pilih tersebut memiliki *project guide* yang mencantumkan spesifikasi mesin yang digunakan dalam menghitung kebutuhan bahan bakar, yaitu jumlah konsumsi bahan bakar (g/kwh) serta daya power mesin (kw) yang berbeda pada tiap main engine.

LAMPIRAN

S26MC
 Bore: 260 mm
 Stroke: 960 mm



Power and speed

Layout m/s4	Rated speed rpm	Rated oil column pressure bar	Power kW g/kWh									
			At rated oil pressure									
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	400	18.0	1650 9.110	1660 9.295	1670 9.475	1680 9.655	1690 9.835	1700 10.015	1710 10.195	1720 10.375	1730 10.555	1740 10.735

Fuel and lubricating oil consumption

	Specific fuel oil consumption g/kWh	g/kWh g/kWh	Lubricating oil consumption	
At load Rated speed	100%	60%	System oil Approximate total oil hours	Cylinder oil
L1	176 135	177 133	1.5	1.1-1.8 g/kWh 0.2-0.7 g/0.1Pi
L2	174 128	173 127		
L3	170 182	177 180		
L4	174 171	173 177		

Fig. 1.20 Power speed S26MC

19.02.02

535MC
Bore: 350 mm
Stroke: 1400 mm



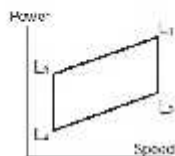
Power and speed

Type	Engine speed rpm	Maximum net power kW	Power kW 1000											
			Number of cylinders											
			500	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1.5	112	16.1	3850	3770	4400	5100	5820	6550	7300	8100	8900	9700	10500	11300
			4040	5020	6100	7070	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000
1.8	172	15.3	3200	3870	4570	5290	6000	6750	7500	8250	9000	9750	10500	11250
			3370	4070	4790	5500	6200	6900	7600	8300	9000	9700	10400	11100
2.5	147	13.1	2520	3130	3700	4310	4900	5500	6100	6700	7300	7900	8500	9100
			2670	3280	3850	4450	5050	5650	6250	6850	7450	8050	8650	9250
3.5	107	12.3	2020	2530	3000	3500	4040	4540	5050	5550	6050	6550	7050	7550
			2140	2650	3100	3590	4090	4590	5090	5590	6090	6590	7090	7590

Fuel and lubricating oil consumption

Bore (cylinder bore)	Specific fuel oil consumption		Lubricating oil consumption	
	100%	90%	System oil Approximate kg/cyl, 24 hours	Cylinder oil g/kWh g/l IPH
1.5	178 131	177 130	2	1.1-1.5 0.0-1.9
1.8	173 127	171 125		
2.5	179 131	177 130		
3.5	173 127	171 125		

S26t/C
 Bore: 260 mm
 Stroke: 680 mm



Power and speed

Layout point	Engine speed rpm	Mean effective pressure bar	Power kW BHP									
			Number of cylinders									
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
L1	250	~8.5	1200 1610	2000 2705	2800 3793	3600 4845	4400 5885	5200 6945	6000 7985	6800 9065	7600 10105	8400 11145

At load Layout point	Specific fuel oil consumption	g/kWh g/BHP-h	Lubricating oil consumption	
			System oil Approximate kg/day, 24 hours	Cylinder oil
L1	179 182	177 180	~5	1.1-1.6 g/kWh 0.8-1.2 g/BHP-h
L2	174 120	173 127		
L3	179 132	177 130		
L4	174 128	173 127		

Engine type	Layout	Engine speed rpm	Mean effective pressure bar	Power kW DIN								
				Number of cylinders								
				4	5	6	7	8	9	10	11	12
88BMC Bore 88.0 mm Stroke 140.0 mm	L ₁	178	18.1	2990	3700	4440	5180	5920	6660	7400	8140	8880
	L ₂	178	15.8	4040	5050	6060	7070	8080	9090	10100	11110	12120
	L ₃	147	18.1	2300	2975	3670	4365	5060	5755	6450	7145	7840
	L ₄	117	15.3	2520	3150	3790	4410	5040	5670	6300	6930	7560
138BMC Bore 138.0 mm Stroke 160.0 mm	L ₁	210	10.4	2600	3250	3900	4550	5200	5850	6500	7150	7800
	L ₂	210	14.7	3540	4425	5310	6185	7060	7935	8810	9685	10560
	L ₃	178	19.4	2200	2780	3360	3940	4520	5100	5680	6260	6840
	L ₄	178	11.7	1790	2200	2610	3020	3520	3960	4400	4840	5280

MAN B&W Diesel A/S

Engine Selection Guide, MC Programme

At load / out point		Specific fuel oil consumption		g/kWh g/B·h	Lubricating oil consumption		
		With conventional turbochargers			Stroke oil Agip SAE 240	Cylinder oil g/kWh g/B·h	
		100%	90%				
138BMC	L ₁	177 180	175	9-11	MAN H60N Agip SAE 240	MAN H60N Agip SAE 240	
	L ₂	172	170				
	L ₃	177	175				
	L ₄	179	170				
82BMC	L ₁	179 182	177	1.5-3	MAN H60N Agip SAE 240	MAN H60N Agip SAE 240	
	L ₂	175	172				
	L ₃	179	175				
	L ₄	176	173				

“HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN”

